



Universidad Autónoma de Madrid

Facultad de Psicología

Departamento de Psicología Básica

Programa de Doctorado: "Educación Secundaria y Educación Científica"

TESIS DOCTORAL

***DIVULGACIÓN CIENTÍFICA: DIALOGO ENTRE MUNDOS  
CONCEPCIONES DE INVESTIGADORES EN FÍSICA SOBRE  
TRANSMISIÓN Y ADQUISICIÓN DE CONOCIMIENTO  
CIENTÍFICO POR MEDIO DE TEXTOS DIVULGATIVOS***

*Autora*

Astrid Mariana Bengtsson

*Directoras*

Nora Scheuer y Mar Mateos Sanz

Agosto de 2012

***DIVULGACIÓN CIENTÍFICA: DIALOGO ENTRE MUNDOS  
CONCEPCIONES DE INVESTIGADORES EN FÍSICA SOBRE  
TRANSMISIÓN Y ADQUISICIÓN DE CONOCIMIENTO  
CIENTÍFICO POR MEDIO DE TEXTOS DIVULGATIVOS***

**Por**

**Astrid Mariana BENGTTSSON**

**Universidad Autónoma de Madrid**

**Facultad de Psicología**

**Departamento de Psicología Básica**

**Programa: “Educación secundaria y Educación científica”**

**Agosto de 2012**

Dedicado a mis hijos,

***Milo e Iván***

***Les deseo un mundo libre de demonios y lleno de luz***

(Dedicatoria de Carl Sagan a su nieto en “*El Mundo y sus Demonios*”, 1995)

***Y a Rodolfo, por caminar a mi lado***



*Todo en el mundo está dividido en dos partes, de la cuales una es visible y la otra invisible. Aquello visible no es sino el reflejo de lo invisible*

**Zohar, I, 39, reproducido en J.L. Borges, *El libro de los sueños***

*Es imposible disociar el lenguaje de la ciencia o la ciencia del lenguaje, porque en las ciencias naturales siempre intervienen tres cosas: la secuencia de los fenómenos en que se basa la ciencia, los conceptos abstractos que requieren estos fenómenos en la mente y las palabras en las que los conceptos se expresan. Para evocar un concepto se necesita una palabra, para retratar un fenómeno, se necesita un concepto. Las tres reflejan una y la misma realidad*

**Antoine de Lavoisier, 1789**

*Naturalmente, lo que no dice ocupa más de lo que dice, pero lo ausente ha de aportarlo el lector, que es tan responsable de lo que lee como el escritor de lo que escribe. Sería absurdo comenzar una novela afirmando de un frutero que es bípedo. El lector tiene la obligación de saber que los fruteros son bípedos y que están dotados de cuatro extremidades con cinco dedos en cada una de ellas. Sin estos sobreentendidos primordiales, la escritura resultaría imposible.*

*Ser escritor, al menos cierto tipo de escritor, significa vivir rodeado de pánico percibiendo a tu alrededor bultos que pasan de un compartimiento a otro con los calcetines mojados. Y tú eres uno de esos bultos: aquel que, por encima o por debajo del miedo, está poseído por la necesidad de contarlo, aunque las posibilidades de que alguien lo lea sean muy escasas. Escribo a ciegas.*

**Escribir, por Juan José Millas. El País, España, 3 de noviembre de 2000**



## RESUMEN

La divulgación de la ciencia ha cobrado gran importancia dado que vivimos en una sociedad altamente influida por los avances de la Ciencia y la Tecnología. En sociedades democráticas, esta situación demanda que las instituciones científico-tecnológicas expliquen aspectos de estos avances a la población legla, y a ésta, en ocasiones, tomar unas decisiones que exigen cierto conocimiento. Sin embargo, las actividades y modalidades de divulgación científica no suelen ser objeto de evaluación sistemática, y mucho menos de investigación. Nuestra investigación analiza las concepciones acerca de la transmisión y adquisición de conocimiento científico que podrían estar influyendo en las iniciativas de divulgación, cuando ésta es llevada a cabo por científicos. En esta tesis se presenta un estudio en dos Fases en las que a través de tres tareas, se exploran las concepciones de investigadores en Física desde la perspectiva de las Teorías Implícitas del Aprendizaje en relación a la educación científica y a la divulgación científica en general, y a la divulgación de la ciencia a partir de textos, en particular.

El estudio se llevó a cabo por medio de diversos abordajes: Cuestionario de concepciones sobre educación y divulgación científicas, Referato de un texto divulgativo y Texto de divulgación compuesto por los participantes seleccionados. Asimismo utilizamos diversos métodos de análisis de la información cuantitativos y cualitativos: Análisis de categorías, Distribución de frecuencias, Análisis de Correspondencias Múltiples, Análisis de Correspondencias Simples, Clasificación Jerárquica ascendente, Densidad Académica, Lexicometría y Descripción de aspectos discursivos en los textos de divulgación.

Los resultados evidenciaron modos relativamente articulados de concebir la educación y la divulgación científicas a lo largo de las tres tareas. En la primera Fase encontramos las respuestas se agruparon en tres principales perfiles conceptuales: Directo-Interpretativo, Ecléctico y Constructivo. No encontramos influencia en estos perfiles de las variables académicas y demográficas consideradas en los participantes. En cambio, en la mayoría de casos se evidenciaron relaciones entre tales Perfiles Conceptuales y los Perfiles Evaluativos y Léxicos identificados en la Fase 2, en relación a los modos de evaluar y producir un texto de divulgación respectivamente.

Concluimos que las concepciones operarían como filtros en diversas manifestaciones que involucran cuestiones relacionadas con la divulgación, como la

evaluación o la composición de textos divulgativos para público lego. Los resultados evidenciarían la importancia de considerar en divulgación, además del conocimiento disciplinar, las propias concepciones más o menos implícitas acerca de la educación y de la misma divulgación de la ciencia, como los recursos para componer textos u otras iniciativas divulgativas.

**Palabras clave:** divulgación de la ciencia, concepciones, transmisión y adquisición de conocimiento científico, referato, textos divulgativos



## ABSTRACT

Science communication (SC) has become very important since our Society is highly influenced by Science and Technology advances. In democratic societies, this situation demands from scientific institutions some explanations to lay population about scientific and technological aspects of these advances. On the other hand, this lay population sometimes needs to make decisions that require some knowledge. However, SC activities and methods are neither systematically evaluated or a focus of research. Our research analyzes conceptions held by scientists about scientific knowledge transmission and acquisition that could be influencing their SC initiatives. The research presents three tasks in two Phases, where we explore physicists conceptions from the perspective of Implicit Theories of Learning (ITL) in relation to science education and SC in general, and specifically to SC texts evaluation and composition.

The study was conducted through various approaches: a Questionnaire topping physicist conceptions of science education and SC, Refereeing of SC text and composition of a SC text. We also used various quantitative and qualitative methods of analysis: Category Analysis, Frequency distribution, Multiple Correspondence Analysis, Simple Correspondence Analysis, Hierarchical Classification, Academic density, Lexicometry and a description of discursive aspects of SC texts.

Results show relatively articulated modes of thinking about science education and SC across the three tasks. In the first Phase we found three main conceptual profiles: Direct-Interpretive, Eclectic and Constructive. Academic or demographic variables were not found to have any influence on these profiles. Instead, in most cases we found a relationship between such Conceptual profiles and the Evaluative and Lexical Profiles identified in the second Phase, related to the evaluation modes and text production, respectively.

We conclude that conceptions operate as filters in various events involving SC activities, such as assessment or text composition for lay public. Our results demonstrate the importance of considering the more or less implicit conceptions held by scientists about education and SC, in addition to disciplinary knowledge, and the need to consider the resources available to compose SC texts or other SC initiatives.

**Key words:** science communication, conceptions, scientific knowledge acquisition and transmission, referee, science communication texts.



## AGRADECIMIENTOS

Por lo general, los agradecimientos es lo último que escribe un tesista. Es el momento de disfrutar haber llegado a la meta y agradecer a quienes lo hicieron posible, tarea dulce y difícil a la vez. Quisiera decir tantas cosas a tanta gente que estuvo acompañándome durante todos estos años que se multiplicarían indefinidamente las páginas, volviéndolo un ejemplar inmanejable. Como esto no es posible, espero no olvidarme de nadie y, si eso ocurriera, pido disculpas de antemano.

Una tesis es como un trabajo coral en el que en lo formal, el tesista parece la primera voz, pero por detrás está el aporte y acompañamiento de una importante cantidad de otras voces que definitivamente hacen que el conjunto brille. Y como todo coro, hay un buen director, alguien que visualiza cómo llegar al fin. En mi caso, no sólo tuve la fortuna de contar con un director, sino con dos: Nora Scheuer y Mar Mateos Sanz. No me alcanzan todas las palabras del mundo para agradecerles su profesionalismo, dedicación, cariño y docencia. Y por ser tan tolerantes conmigo y sobre todo por el gran sostén que representaron para mí en este último tiempo en que me tocó batallar con una enfermedad, que por suerte, ya es historia. Mar Mateos, quien sin conocerme, aceptó dirigirme a la distancia, con todas las dificultades y obstáculos que esto supone y me brindó todo lo necesario las veces que realicé estancias en la UAM. Gracias por el apoyo y guía de estos años. También por sus aportes, ideas y lecturas minuciosas que han sido de suma importancia y riqueza para este trabajo. Nora, a quien me une una amistad de varios años y fue quien más me impulsó en este proyecto. Para mí ha sido y es una guía y un ejemplo académico y humano inigualable. La manera que tiene de acompañar el proceso de aprendizaje es digna de admiración y de imitación. Su enorme conocimiento, capacidad y su mirada detallista fueron invalorable para este trabajo. Lo único que lamento al terminar la Tesis, es perder esta excusa para reunirme con ella, ya que cada reunión era una clase magistral de psicología. A ambas, muchas, muchas gracias por todo. Y espero que la culminación de esta Tesis sea una puerta que abre la posibilidad de futuras colaboraciones con ambas.

Pero, además de las directoras, en este coro hay más voces, mucha otra gente ha colaborado para hacer avanzar el trabajo, desde varios aspectos:

Hay una persona que me acompañó desde el inicio y ha sido de suprema importancia en él. No sólo hizo aportes teóricos importantes, sino que con su enorme corazón me acompañó en todas las instancias y con quien también me une una amistad que celebro. Esa persona es Montse (Montserrat de la Cruz) a quien admiro mucho y agradezco por tanta generosidad y cariño, además de estar siempre interesada en mi trabajo, aportado miradas innovadoras. Otra persona fundamental en este trabajo es Alfredo Bautista, amigo enorme, siempre presente para lo que sea, quien no solo ha sido un colega, cuyos comentarios, sugerencias y preguntas sobre mi trabajo, han sido muy importantes, sino y sobre todo, por su afecto y su enorme hospitalidad. Alguien que se transformó en gran amigo de la familia y “cuya compañía y apoyo durante aquellas tres semanas siempre recordaré con inmenso cariño” ¡Gracias, una vez más!

Agradezco a Carlos Gho, mi jefe desde hace años, quien –junto a Nora Scheuer–, me abrió la puerta de la divulgación y con ella, el ingreso a un mundo fascinante. Él lleva adelante y facilita la concreción de proyectos de divulgación, como *Ablandando las Ciencias Duras: un paseo por la Ingeniería Nuclear y la Física*, *El Balseiro va a la Escuela y la Escuela va al Balseiro* y los *Talleres para docentes de nivel inicial, primario, medio y terciario*. También me apoya en todas las iniciativas como la de la realización de esta Tesis, la realización de videos divulgativos, etc. Celebro que haya gente del rubro de las ciencias duras que sean sensibles a la comunicación de la ciencia y faciliten el diálogo entre el mundo académico y el mundo cotidiano de la gente.

A Nacho Pozo y Puy Pérez Echeverría. Excelentes colegas y mejores amigos, con quien es un orgullo poder compartir momentos en los que no solo se los disfruta como personas, sino que uno puede sentir cómo aprende. Gracias por abrirme la puerta de su casa para hacerme probar la mejor tortilla de papas de España. Y gracias también por acompañarme tanto a la distancia en este último tiempo. Agradezco también a los colegas Elena Martín y Juan Antonio Huertas, con quienes cada reunión académica es un placer y un momento de aprendizaje. Del encuentro con todos ellos uno se lleva siempre una mejor visión del mundo.

Gracias a mis compañeras de “ruta académica” de este y del otro lado del océano Atlántico, que, por suerte, también es una ruta de amistad: Ana Pedrazzini, Sol Iparraguirre, Cristina Marín, Silvina Márquez, Mónica Echenique, Nora Baccalá, y tantas otras colegas que pasaron por el Departamento de Psicología del CRUB: siempre regalan

un aporte, una mirada mejor del trabajo, una crítica constructiva y hacen que cada reunión de trabajo sea una reunión de amigos que uno espera con ganas volver a repetir. A Bárbara Brizuela, quien nos regaló su enorme calidez en los meses que tuvimos la suerte de tenerla en la Patagonia a ella y su familia y porque nos brindó su enorme ayuda y una gran contribución bibliográfica. Y a Liliana Tolchinsky que me recibió en Barcelona y me dio unos consejos valiosísimos sobre cómo abordar el análisis de los textos.

Quiero agradecer especialmente a los colegas que obraron de jueces, permitiéndome mejorar el diseño del cuestionario. Y a los físicos de la AFA (*Asociación Física Argentina*) por brindarme el contacto de sus miembros y permitirme enviarles el cuestionario. En especial, gracias a aquellos que me ayudaron a pensar o resolver algunas partes de él: Carlos Gho, Rodolfo Sánchez, Carmen Nuñez, Ingo Alekotte y Damián Zanette. Y a los 71 miembros que se interesaron en la propuestas y contestaron el cuestionario y a aquellos seleccionados para seguir con la segunda Fase, que mostraron tanto interés y dedicación en las tareas que les fui solicitando.

Formalmente agradezco a las dos instituciones en las que trabajo y que confían en mi trabajo a pesar de ser de una disciplina tan alejada: el Centro Atómico Bariloche (Comisión Nacional de Energía Atómica, C.N.E.A.) y al Instituto Balseiro (Universidad Nacional de Cuyo). Gracias por el apoyo. En especial a la Universidad de Cuyo que me brindó tres subsidios que fueron un gran aporte a este trabajo y a la C.N.E.A. por aceptarme como becaria desde 2009 para desarrollar proyectos de comunicación de la ciencia, como el Centro Interactivo. Y en estas instituciones, agradezco en especial a las secretarías siempre dispuestas a dar una mano y a hacer todo más fácil: Patricia Rasmussen, Vanesa Visconti, Gladys Campagno, Mariana Bone, Karina Pallanza, Clarisa Guerrero, María Rosa Pastrana y Fernanda Alonso.

A mis compañeros de DIFRA, quienes desde hace muchos años me dieron la posibilidad de instalarme en su Departamento, brindándome todas las facilidades, comodidades y posibilidades para establecer mi lugar de trabajo, a pesar de no tener nada que ver con el Diseño de Reactores (que es a lo que ellos se dedican). Un lindo grupo de gente, guiados de manera inmejorable por mi amiguo, Edmundo Lopasso, ¡el mejor jefe! En especial a René, por sus asados (incluyendo la versión vegetariana), por sus mates y por promover el encuentro (a pesar de tratarme de Usted). A Ariel, por su frase diaria y sus brownies, al Pájaro por el té que compartimos todas las mañanas, al Chewi por su

eterno buen humor, Alexis por su interés y sus ganas de aprender sobre la docencia, a Santiago, Nicolás, Banana y Chaboncito, por ser compañeros con tan buena onda y a todos los demás buenos compañeros del DIFRA (Oscar, Fernando, Lurdes, Juan, Aníbal, Julio, Esteban). Y sobre todo, un agradecimiento especial a Ana Cintas, mi compañera de oficina desde hace tantos años, con quien me une un compañerismo y una amistad que disfruto a diario.

También agradezco a los amigos del Laboratorio de Resonancias Magnéticas, por tantos años de amistad y buena onda, en especial a Mate, Javier, Mara, Dina y Martín, Gabriela, Elin, Julian, Carlos, Roberto y Alejandro. Y a los físicos que en los últimos años le han tomado el “gustito” a la divulgación y a la educación científicas, como Guillermo Abramson, Hernán Asorey y Mariano Gómez Berisso. A mis compañeros y amigos “cangueros” –Carina, Pierre, Marité, Eugenio y Javier– por tanta dedicación e interés en hacer accesible el conocimiento para todos. A Matías Saccomanno, por impulsarme a aprender sobre un mundo nuevo: el de la realización de los videos de divulgación. Y al Ing. Rovere, por confiar en mi capacidad para el proyecto del Centro Interactivo.

A mis colegas de la Red Argentina de Periodismo Científico ([www.radcp.org](http://www.radcp.org)), los felicito por la gran red que han armado, basada en el respeto y la tolerancia. En especial a los amigos que encontré en ella: Laura García Oviedo, Ana María Vara, Gaby Vizental, Valeria Román, Susana Gallardo, Gaby Ensínck, Diego Golombek, Alejandro Tortolini, Alejandro Alonso. En especial a mi amiga, Sandra Murriello: que suerte que te acordaste de mí después de tantos años y pudimos reencontrarnos. También por confiar en mí como docente y darme esa gran oportunidad.

Pero éste no fue sólo un camino académico y laboral, en este coro también hay otras voces que lo hacen brillar: Aquellos que detrás de bambalinas me acompañaron y sostuvieron, sobre todo cuando me parecía que nunca terminaría: Mi GRAN amiga Julia Piovani, por estar siempre, siempre, siempre. Mi bruja preferida, que alegra mi vida hace años: Cristina Delvitto. Y también mis otras “hermanas” –algunas están cerca y otras a miles de kilómetros– siempre presentes de todas las formas posibles: Estela Flores, Gabriela Román-Ross, Pato Szulman, Ana Emilia Ronco, Irene Orlov, Gabriela Melano Couch, Martha Sereday, Mariana Hidalgo, Majo Lecce, Marisa Nuñez, Susana Carreras, Carina Pruden, Adriana Castelli, Alejandra Singh, Adriana Cascón, Florencia Cantargi, Pato Rasmussen. Y mis compañeras de gimnasia que hacen que la necesidad de ejercicio

físico se vuelva un espacio de enorme disfrute, sobre todo cuando nos quedamos después de clase a festejar (cualquier excusa es buena...): Norma, Silvia, Marisa, Marta, Karin, Silvia, Raquel, Lucrecia. Agradezco también a mis primos Sandra Huykman y Carlos Gyorgy y sus familias, por tantos años de amistad y por alojarme cada vez que paso por Buenos Aires, a veces camino a Madrid.

Quiero agradecer a tres personas que en este último tiempo se han vuelto tan importantes para mí, mis médicos y mi terapeuta: Andrés Antón, Horacio Paz y Adriana Crespo. Gracias por acompañarme con tanto profesionalismo y calidad humana en este camino hacia la salud.

Mi mayor agradecimiento va para mis familias: mi madre, Lilian Rasmussen –se fue hace muchos años y hubiera estado orgullosa al verme en esta instancia– y mi padre, Walter Bengtsson. A ambos les agradezco por haber sido siempre tan comprensivos y brindarme tanta libertad. Y sobre todo, por ser tan buenos modelos. También al resto de la familia: Frida Rasmussen y a Frances Evans, por cuidarnos y querernos tanto. Y a mis hermanos Micky y Bernie y sus familias, mis sobrinos: Christian, John, Nadine y Olaf.

Y, por último, la familia que formé hace más de veinte años y que soportó tener una madre y una compañera de medio tiempo. En especial a mi compañero, quien en su calidad de físico tuvo que hacer de conejito de indias, de revisor, de juez, de profesor de física y sobre todo de amoroso acompañante.

Pero, por sobre todos, no encuentro las palabras para agradecer especialmente a mis hijos que han tenido que postergar tantas cosas porque su madre estaba ocupada en la Tesis y porque me han acompañado todos estos años con comprensión y paciencia amorosas. Gracias por todo lo que me enseñan a diario. Son mis mejores y amados maestros.





## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	7
<b>ABSTRACT</b>	9
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	11
<b>Lista de GRAFICOS</b>	23
<b>Lista de TABLAS</b>	25
<b>CAPITULO 1: PRESENTACION Y DESCRIPCIÓN DE LAS SECCIONES DE LA TESIS</b>	29
1.1. Teoría para comenzar a comprender	32
1.2. Investigar para comprender	33
<b>CAPÍTULO 2: DIALOGAR PARA COMUNICAR. Delimitación teórica en relación a la divulgación de la ciencia</b>	37
2.1. Divulgación de la ciencia	39
2.1.1. ¿QUÉ ES LA DIVULGACIÓN? UNA MULTIPLICIDAD DE DENOMINACIONES Y CONCEPCIONES	41
2.1.2 FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA	44
2.1.3. MODELOS SUBYACENTES EN LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA A FINES DEL SIGLO XX Y EN LA ACTUALIDAD	48
2.1. Científicos como divulgadores	56
<b>CAPÍTULO 3: APRENDER Y ENSEÑAR PARA DIVULGAR. Investigaciones sobre representaciones y su relación con las prácticas</b>	65
3.1. Adquisición de conocimientos	66
3.2. El enfoque de las teorías implícitas en la adquisición del conocimiento por parte de los aprendices	69
3.3. La transformación de conocimientos en dominios específicos	72
3.4. Las Teorías Implícitas del Aprendizaje y la Enseñanza	76
3.5. Las representaciones implícitas como objeto de indagación	85
3.6. Las Teorías Implícitas del Aprendizaje como lente para pensar la divulgación científica	90
<b>CAPÍTULO 4: ESCRIBIR PARA DIVULGAR. Delimitación teórica en relación a la divulgación científica por medio de textos</b>	93
4.1. La escritura desde los enfoques centrados los procesos cognitivos del lector	96
4.1.1. CÓMO SE ADQUIERE LA ESCRITURA	96
	17

4.1.2. LA ESCRITURA COMO PROCESO	97
4.2. La escritura desde los enfoques centrados en el contexto socio-cultural	110
4. 2.1. LOS CIENTÍFICOS Y LA ESCRITURA	113
4.2.2. GENERO DISCURSIVO COMO NOCIÓN PARA PENSAR LAS ESCRITURAS ESPECIALIZADAS DE LA CIENCIA	116
4.2.3. ESCRIBIR PARA LA ACADEMIA	119
4.3. ESCRITURA PARA DIVULGACIÓN	123
<b>CAPÍTULO 5: ¿POR QUÉ Y PARA QUÉ ESTUDIAR CONCEPCIONES Y PRÁCTICAS DIVULGATIVAS DE LOS CIENTÍFICOS?. UNA PRESENTACION DEL ESTUDIO Y SUS DOS FASES</b>	137
5.1. Objetivos generales y motivos que guiaron la investigación	138
5.2. Fase 1 de la investigación: Concepciones de investigadores en Física en Argentina acerca de la educación científica, la divulgación científica y los textos divulgativos	141
5.2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA FASE 1	142
5.2.2. ANTICIPACIONES Y SUPUESTOS PARA LOS OBJETIVOS DE LA FASE 1	143
5.3. Fase 2 de la investigación: Relaciones entre concepciones y prácticas en el contexto de la divulgación en Física mediante textos: un estudio de casos	147
5.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA FASE 2	148
5.3.2. ANTICIPACIONES Y SUPUESTOS PARA LOS OBJETIVOS DE LA FASE 2	149
5.4. Enfoque metodológico de la investigación	151
<b>CAPÍTULO 6: CUANDO LOS INVESTIGADORES EN FÍSICA PIENSAN EN LA EDUCACIÓN Y LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICAS. Fase 1: Diseño del Estudio</b>	153
6.1. Participantes	153
6.2. Instrumento de relevamiento de información	153
6.2.1. DISEÑO DEL INSTRUMENTO	153
6.2.2. INSTRUMENTO DEFINITIVO	156
6.2.2. PROCEDIMIENTO DE CONTACTO Y RELEVAMIENTO DE DATOS	182
6.3. Sistematización de la información	183
<b>CAPITULO 7: CUANDO LOS FÍSICOS PIENSAN ACERCA DE LA DIVULGACIÓN Y LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA. Fase 1: Resultados del Cuestionario</b>	185
7.1. Distribución de respuestas para las distintas preguntas	186
7.2. Asociación entre elección de opciones representativas de las distintas Teorías implícitas del Aprendizaje y preguntas en los contextos de educación y divulgación científicas	193
7.2.1. PRUEBA DE INDEPENDENCIA $\chi^2$	193

7.2.2. RESIDUALES ESTANDARIZADOS DE HABERMAN	193
7.2.3. Combinaciones de respuesta al interior de cada pregunta de educación y de divulgación	194
7.3. Asociaciones entre respuestas a las preguntas del cuestionario: la identificación de perfiles conceptuales y su relación con las variables de caracterización de los participantes	197
7.3.1. APLICACIÓN DE ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES	197
7.3.2. RESULTADOS DEL ANALISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES	203
7.3.3. APLICACIÓN DEL ANALISIS DE CLASIFICACIÓN	210
7.3.4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CLASIFICACIÓN JERÁRQUICA	211
<b>CAPÍTULO 8: FASE 2. INTRODUCCIÓN: Descripción de las tareas: Referato de un texto ajeno y Elección de un texto propio</b>	221
8.1. Participantes	221
8.2. Instrumentos para el relevamiento de la información	222
<b>CAPÍTULO 9: CUANDO INVESTIGADORES EN FÍSICA EVALÚAN UN TEXTO DIVULGATIVO. Análisis de las concepciones sobre el texto divulgativo a través de la evaluación de un texto</b>	229
9.1. Participantes	229
9.2. Instrumento y procedimiento de relevamiento de información	230
9.2.1. LA PLANILLA DE EVALUACIÓN	232
9.3. Método de Análisis	233
9.3.1. EL SISTEMA DE ANÁLISIS: DIMENSIONES Y CATEGORÍAS IDENTIFICADAS EN LA EVALUACIÓN REALIZADA POR LOS PARTICIPANTES	233
9.3.2. APLICACIÓN DE LAS DIMENSIONES Y CATEGORÍAS DE ANÁLISIS A LAS RESPUESTAS DE LOS INVESTIGADORES	244
9.3.3. ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS SIMPLES	245
9.4. Resultados	249
9.4.1. .DISTRIBUCIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE EVALUACIÓN POR PARTICIPANTE PARA CADA DIMENSIÓN	249
9.4.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS SIMPLES	255
<b>CAPÍTULO 10: CUANDO LOS FÍSICOS ESCRIBEN PARA DIVULGAR. Análisis de las concepciones sobre el texto divulgativo a través del estudio de textos</b>	267
10.1. Método	267
10.1.1. PROCEDIMIENTO DE RECOGIDA DE LA INFORMACIÓN: LOS TEXTOS	267
10.1.2. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE LOS TEXTOS	269

10. 2. Resultados	276
10.2.1. DENSIDAD ACADÉMICA	276
10.2.2. APROXIMACIÓN LEXICOMÉTRICA A LOS TEXTOS	286
10.2.3. DESCRIPCIÓN DE ASPECTOS DISCURSIVOS EN LOS TEXTOS	294
<b>CAPITULO 11: CONCLUSIONES</b>	303
11.1. Recapitulación de las preguntas que orientaron las inquietudes de la investigación y recorrido por todos los resultados	304
11.2. Cuestiones vinculadas con los resultados	311
11.2.1. LOS PERFILES CONCEPTUALES Y SU RELACIÓN CON LAS TEORÍAS IMPLÍCITAS DEL APRENDIZAJE	311
11.2.2. PERFILES (CONCEPTUALES, EVALUATIVOS, LÉXICOS) Y LAS PRÁCTICAS	313
11.2.3. LA RELACIÓN ENTRE LO REGULAR Y LO PARTICULAR, ENTRE LO INDIVIDUAL Y LO CULTURAL	314
11.2.4. RELACIÓN EXPERTO-NOVATO	315
11.3. Aportes para pensar las actividades de divulgación de la ciencia	316
11.4. Limitaciones	317
11.5. Perspectivas futuras	319
11.6. Reflexiones finales	322
<b>REFERENCIAS</b>	325
<b>ANEXO I</b>	355
AI. 1. INSTRUMENTOS DE INDAGACIÓN DE REPRESENTACIONES IMPLÍCITAS	356
AI. 2. CUESTIONARIO	359
AI.3.CODIFICACION PARA ARMADO DE TABLA MATRIZ	368
AI.4 Tabla Maríz Fase	361
A I. 5. PARANGONES DE CADA CLASE	371
<b>ANEXO II</b>	373
AII. 1. TEXTO PARA REFERATO	374
AII. 2. RESPUESTA REFERATO	378
AII. 2.1. RESPUESTAS REFERATO	379
Anexo II. 3. PLANILLA ANALISIS REFERATO	401
<b>ANEXO III</b>	403
AIII.1. TEO: DEFINICIÓN DE CAOS	404
AIII.2. ERIK: GRABACIÓN MAGNÉTICA	405
AIII.3. OLAF: ¿CUÁNDO EMPEZÓ LA NANOTECNOLOGÍA?	412

AIII.4. STEN: CIENCIA = CULTURA	413
AIII.5. LIA: NANOMEMORIA	421
AIII. 6. NILS: ENCUESTAS INÚTILES	423
AIII.7. MATS: EXPLICACIONES CIENTÍFICAS DEL FENÓMENO QUE MARAVILLÓ A LOS TUCUMANOS	425
AIII.8. IAN: CRISIS ENERGÉTICA DE 2004 Y 2005. MEDIOS DE COMUNICACIÓN Y FÍSICA DE LA ENERGÍA	426
AIII.9. LENA: ¿POR QUÉ EL MAR SE VE AZUL O VERDE SI EN VERDAD EL AGUA ES INCOLORA?	430



## LISTA DE GRAFICOS

<i>Número</i>	<i>Página</i>
Gráfico 2.1. La metáfora de la divulgación como escalada .....	39
Gráfico 4.1. Modelo cognitivo de los procesos de la escritura.....	95
Gráfico 4.2. Macro-etapas del desarrollo cognitivo según Kellogg .....	100
Gráfico 4.3. Concepciones de comprensión lectora .....	106
Gráfico 4.4. Recontextualización del discurso científico, según el Modelo de Cassany, López y Martí, 2000 .....	126
Gráfico 4.5. Conceptuación de redes .....	127
Gráfico 7.1. Frecuencias de elecciones correspondientes a cada una de las tres Teorías Implícitas del Aprendizaje para las seis preguntas .....	184
Gráfico 7.2. Distribución de las combinaciones de opciones según las seis preguntas.....	188
Gráfico 7.3. Porcentaje de combinaciones por pregunta .....	190
Gráfico 7.4. Primer Plano Factorial (Ejes 1 y 2) .....	200
Gráfico 7.5. Segundo Plano Factorial (Ejes 1 y 3) .....	201
Gráfico 7.6. Tercer Plano Factorial (Ejes 2 y 3) .....	202
Gráfico 7.7. Dendrograma de la Clasificación.....	205
Gráfico 7.8. Proyección en el primer plano factorial de las tres Clases obtenidas a partir de la Clasificación Jerárquica Ascendente.....	210
Gráfico 9.1. Apreciación general del texto .....	243
Gráfico 9.2. Aspectos Retórico-Temáticos.....	244
Gráfico 9.3. Aspectos temáticos .....	245
Gráfico 9.4. Recursos Retóricos .....	246
Gráfico 9.5. Aspectos enunciativos: Autor .....	247
Gráfico 9.6. Aspectos enunciativos: Lector.....	247
Gráfico 9.7. Participante por Dimensión .....	249
Gráfico 9.8. Plano Factorial conformado por los Ejes 1 y 2 .....	253
Gráfico 9.9. Plano Factorial conformado por los Ejes 1 y 3.....	254

Gráfico 9.10. Plano factorial con indicación de los tres grupos .....	255
Gráfico 10.1. Porcentajes de Densidad especializada y Densidad escolar para todos los participantes .....	273
Gráfico 10.2. Porcentajes de Densidad especializada y Densidad escolar para cada participante .....	273
Gráfico 10.3. Porcentajes de Densidad especializada y Densidad escolar agrupados por Perfil conceptual .....	276
Gráfico 10.4. Plano factorial del ACS aplicado al <i>Inicio</i> de los textos, Eje 1 y 3 .....	282
Gráfico 10.5. Plano factorial del ACS aplicado al <i>Desarrollo</i> de los textos, Ejes 1 y 2 .....	284
Gráfico 10.6. Plano factorial del ACS aplicado al <i>Desarrollo</i> de los textos, Ejes 1 y 5 .....	285
Gráfico 10.7. Plano factorial del ACS aplicado al <i>Cierre</i> de los textos, Ejes 1 y 3.....	287



## LISTA DE TABLAS

<i>Número</i>	<i>Página</i>
Tabla 2.1. Los modelos de divulgación científica según diversos autores: coincidencias y divergencias .....	45
Tabla 3.1. Supuestos según las tres Teorías Implícitas del Aprendizaje (adaptado de Pozo y Scheuer, 1999) .....	78
Tabla 3.2. Relación entre los modelos de comunicación de la ciencia y Teorías Implícitas del Aprendizaje .....	86
Tabla 6. 1. Resumen de la relación entre tareas y partes del cuestionario .....	150
Tabla 6.2. Nivel de acuerdo por juez por pregunta .....	174
Tabla 6.3. Nivel de acuerdo por pregunta por teoría .....	175
Tabla 7.1. Distribución de los participantes por edad .....	179
Tabla 7.2. Distribución de los participantes por género .....	180
Tabla 7.3. Distribución por Máximo Título académico obtenido.....	180
Tabla 7.4. Distribución por Institución en la que trabaja .....	180
Tabla 7.5. Relación laboral de los participantes (Investigación y docencia) .....	181
Tabla 7.6. Años de experiencia en docencia e investigación .....	181
Tabla 7.7. Distribución de los participantes según su experiencia en divulgación .....	182
Tabla 7.8. Distribución de los participantes según su experiencia como productores en divulgación .....	182
Tabla 7.9. Distribución de los participantes según su experiencia como público de divulgación.....	182
Tabla 7.10. Frecuencias de elección de opciones correspondientes a cada una de las tres Teorías Implícitas del Aprendizajes para las seis preguntas .....	184
Tabla 7.11. Porcentajes de elección de opciones correspondientes a cada una de las tres teorías implícitas del aprendizaje según los dos contextos: divulgación científica y educación científica .....	185

Tabla 7.12. Frecuencias de respuestas a la pregunta sobre el nivel en que debe comenzarse la educación científica en la educación formal ..	185
Tabla 7.13. Residuales estandarizados de Haberman (por teoría y por pregunta) .....	186
Tabla 7.14. Porcentajes de combinaciones que incluyen una opción constructiva o no lo hacen, para las seis preguntas .....	189
Tabla 7.15. Distribución de variables activas e ilustrativas .....	193
Tabla 7.16. Modalidades, frecuencias y etiquetas de las Variables Activas.....	194
Tabla 7. 17. Modalidades, frecuencia y etiquetas de las Variables Ilustrativas .....	195
Tabla 7.18. Valores propios y porcentaje de inercia de cada eje factorial ...	196
Tabla 7.19. Valores test de las modalidades de Elección de Nivel Educativo para comenzar la educación científica .....	198
Tabla 7.20. Descripción de la Clase 1 obtenidas por el Método de Clasificación .....	206
Tabla 7.21. Descripción de la Clase 2 obtenidas por el Método de Clasificación .....	207
Tabla 7.22. Descripción de la Clase 3 obtenidas por el Método de Clasificación .....	208
Tabla 9.1. Modalidades de la variable Evaluación y su relación con las dimensiones y categorías presentadas en 9.3.1, Denominación y rol en el ACS. ....	242
Tabla 9.2. Valores propios y porcentaje de inercia de cada eje factorial .....	249
Tabla 9.3. Contribución de las modalidades activas de la variable <i>Evaluación</i> a los ejes factoriales .....	250
Tabla 9.4. Cosenos cuadrados de las frecuencias activas de la variable <i>Evaluación</i> .....	250
Tabla 9.5. Contribuciones de las modalidades de la variable <i>Participante</i> ..	251
Tabla 9.6. Cosenos cuadrados de la variable <i>Participante</i> .....	251
Tabla 9.7. Valores test de la variable ilustrativa <i>Perfil conceptual</i> .....	251
Tabla 9. 8. Cosenos cuadrados de las modalidades de la variable <i>Evaluación</i> .....	252

Tabla 10.1. Una primera presentación del texto por autor: tema, cantidad de palabras totales y distintas, diversidad léxica, soporte y año de publicación. ....	262
Tabla 10.2. Densidad especializada, escolar y académica en los textos de los nueve participantes. ....	271
Tabla 10.3. <i>Inicio</i> : Histograma de los 8 ejes.....	281
Tabla 10.4. <i>Inicio</i> : Contribuciones y cosenos cuadrados de los Participantes para los ejes 1 al 5 .....	281
Tabla 10.5. <i>Inicio</i> : Valores test modalidades de las variables ilustrativas ...	281
Tabla 10.6. <i>Desarrollo</i> : Histograma de los 8 ejes.....	283
Tabla 10.7. <i>Desarrollo</i> : Contribuciones y cosenos cuadrados de los participantes para los ejes 1 al 3.Y Valores Test para las modalidades ilustrativas .....	283
Tabla 10. 8. <i>Desarrollo</i> : Valores test modalidades de las variables ilustrativas.....	283
Tabla 10.9. <i>Cierre</i> : Histograma de los 8 ejes .....	286
Tabla 10.10. <i>Cierre</i> : Contribuciones y cosenos cuadrados de los participantes para los ejes 1 al 3.....	286
Tabla 10.11. <i>Cierre</i> : Valores test modalidades de las variables ilustrativas	286
Tabla 10.12. Estilos de Inicio .....	289
Tabla 11.1. Recapitulación de Instrumentos y Resultados .....	300



# **CAPITULO 1**

## **PRESENTACION Y DESCRIPCIÓN DE LAS SECCIONES DE LA TESIS**

La divulgación científica ha cobrado importancia en las últimas décadas, acompañando la creciente presencia que, más que en ninguna otra época, la ciencia y la tecnología tienen en la vida diaria de cualquier persona. Como sostiene José Manuel Sánchez Ron (2010): “la ciencia y la tecnología dominan nuestras vidas, aunque nuestro “mundo emocional” pueda volar –o mejor, creer que vuela– en otras direcciones, libre de semejantes ataduras”. Y la *buena* divulgación científica, agrega, es aquella que no sólo nos brinda textos maravillosos que pueden educarnos en temas científicos, sino también conmover nuestras almas.

Pero la divulgación científica también es necesaria, porque no sólo nos vemos invadidos por gran cantidad de información científica y tecnológica, así como por novedades en esos ámbitos día a día, sino que también debemos tomar decisiones que suponen un cierto conocimiento científico-tecnológico. Mucho se ha hablado, escrito e investigado sobre las denominadas *Sociedad del Conocimiento* y *Sociedad de la Información* en las que estamos inmersos gracias al avance y cada vez mayor alcance de los medios de intercambio, de acceso y de propagación de la información y del conocimiento. Pero, como también se ha dicho hasta el cansancio, no siempre tanta información asegura conocimiento.

Paralelamente, los centros de investigación científica, insertos en estas *Sociedades*, acompañan y responden a sus demandas en diferentes formas y con diferente éxito, no sólo de acuerdo a su función instituida como productores de conocimiento, sino, además, participando más o menos activamente (según los casos) en la comunicación del mismo. Esta comunicación se lleva a cabo de muchas maneras, no siempre institucionalizada o reconocida. Por el contrario, en muchos casos se da gracias a esfuerzos personales de algunos investigadores que encaran la tarea en solitario.

Según Turney (1996), la divulgación suele estar inmersa en un círculo vicioso: el público tiene apetito de la información científica que se relaciona con su vida diaria, pero la responsabilidad cae cada vez más en los investigadores, quienes deben explicar sus descubrimientos y avances de un modo que sea útil para el público. Y para ello, sostiene, se debería mejorar la comprensión del público. Haciendo alusión a la falta de una única definición de lo que se entiende por lo que significa comprender y los procesos que implica, hace un juego de palabras: basándose en las formas tradicionales de comunicar ciencia que aún podemos reconocer en muchas de las iniciativas divulgativas, utiliza una de las denominaciones en inglés para divulgación o comunicación pública de la ciencia (*Public Understanding of Science*) y dice que lo que hace falta es que los investigadores conozcan más y mejor al público (*Scientist's Understanding of the Public*), para que puedan generar una comunicación que facilite la comprensión por parte de ese público. Las posturas tradicionales a las que alude Turney se basan en el criterio de autoridad, se centran en el científico o en la ciencia misma y siguen el modelo de comunicación que, en su versión más extrema se ajusta al siguiente esquema: el experto presenta un conocimiento irrefutable, de una manera cerrada, a un público considerado analfabeto en los temas en cuestión. Nosotros creemos que también es importante que el *científico conozca mejor al científico*, en el sentido de poder explicitar algunas ideas que subyacen a las decisiones que toma, por ejemplo, al elegir un tema para escribir un texto de divulgación y al encarar la tarea de una manera y no de otras.

Considerando que en la actualidad la información está más disponible y accesible, podemos hablar de una mayor distribución del conocimiento en general. Como mencionan Barona Villar (1998) y Fraguas (2012), frente a esta verdadera explosión informativa, han cambiado los medios y los mediadores de la comunicación, permitiendo el acceso sin restricciones del gran público a un enorme volumen de datos, trastocando los mecanismos y pautas de conducta tradicionales hasta este momento y aportando, sobre todo, un grado de democratización y libertad de acceso a la información, sin precedentes. Así, surgen nuevas ciencias como la Ciencimetría -Documentación Científica-, sobre la que, en un ya clásico trabajo de los años 60 De Solla Price, en su libro *Little Science, Big Science* (1963),

presenta el crecimiento exponencial que las publicaciones científicas han tenido en el último tiempo: el 96% de ellas aparecieron en las últimas décadas.

Claro que la supuesta democratización del conocimiento tiene matices, como por ejemplo la selección de la información, una de las contra-caras de este fenómeno, ya que tiene cierto sesgo (predominan determinados países, idiomas, áreas de investigación o investigadores) y establecen un nuevo tipo de colonialismo (Barona Villar, 1998). En esta línea surge la línea de investigación de lo que se ha dado en llamar científicos sociales (*civic scientists*) en el sentido de la responsabilidad y compromiso que éstos deberían asumir respecto a la sociedad.

Se puede afirmar también que no toda la información disponible tiene la misma calidad. La hay buena, regular, no tan buena y mala. Esta situación nos lleva a suponer que el *ciudadano de a pie* puede encontrarse abrumado o saturado frente a tanta información, necesitando orientación respecto a la elección y selección que debe hacer a diario. En este sentido, los centros generadores de información deberían tener un papel mucho más activo que el que han tenido hasta ahora.

Como vemos, la comunicación de la ciencia puede abordarse desde distintos puntos de vista o centrarse en uno o más de los actores involucrados. Nosotros hemos elegido analizarla desde el punto de vista de los investigadores que se dedican a la divulgación científica a través de textos, por varios motivos.

Por lo planteado hasta ahora, vemos que la divulgación científica es un área que tiene muchos aspectos interesantes para investigar, como por ejemplo, ¿por qué a pesar de los enormes esfuerzos que tanto instituciones como investigadores ponen en los más variados proyectos de investigación no tienen los efectos esperados?, ¿quién debe realizar esta tarea de comunicación: periodistas, investigadores, especialistas en comunicación, equipos interdisciplinarios?, ¿alcanza con ser especialista en un tema científico para transmitirlo al público lego?

Hace muchos años trabajo como supervisora educativa en proyectos de divulgación de la ciencia en una renombrada institución de formación de profesionales e investigación en temas de ingeniería nuclear y física, en la Patagonia argentina (Centro Atómico Bariloche-Instituto Balseiro). Uno de esos proyectos es una página web, (*Ablandando las Ciencias Duras: Un paseo por la Ingeniería Nuclear y la Física*, iniciado por el Dr. Gho y la Dra. Scheuer) en la que se incluyen textos con temas básicos en las áreas mencionadas y que, tal vez, sea el único material didáctico sobre cuestiones relacionadas a la energía nuclear en Argentina. Los autores de los textos son especialistas del tema que presentan. Los textos los componen a partir de la solicitud del equipo editor del proyecto, del que formo parte. La interacción con los autores en el ida y vuelta de los textos en el proceso de *ablandado* ha resultado ser un tema de sumo interés al encontrarnos con diferentes motivaciones, actitudes o reacciones frente a cómo deben adaptarse los textos, qué conocimientos transmitir, cómo y a quiénes, entre otras cosas. A medida que fui involucrándome más en el proyecto, más quería entender qué había detrás de esas diversas posturas. No encontré muchas investigaciones que abordaran esta temática de manera que pudieran explicarme lo que yo estaba buscando. Y, diría, ninguna de las investigaciones que lo hacían, lograban acallar mi curiosidad, sino todo lo contrario. Debido a la escasa investigación en estos temas es que surge esta investigación doctoral.

### **1.1. Teoría para comenzar a comprender**

Los primeros capítulos los dedicamos a encuadrar teóricamente nuestra mirada sobre el tema. En el Capítulo 2 presentamos algunas de las investigaciones que han tenido la divulgación científica o la comunicación de la ciencia como objetivo.

Nuestro equipo considera que la divulgación de la ciencia lleva implícita una intención educativa, al querer transmitir a un público no-experto un determinado conocimiento en el cual el autor es experto. A partir de lo mencionado más arriba comenzamos a cuestionarnos si las concepciones implícitas y explícitas acerca de la transmisión y adquisición de conocimiento, específicamente a través de



textos, podría estar influyendo en esta variedad de posicionamientos frente a la divulgación y, con ello, también en la variedad de recursos textuales utilizados cuando los investigadores escriben con metas de divulgación. En el Capítulo 3, presentamos las investigaciones de la psicología cognitiva que abordan el aprendizaje y, en especial, desde la perspectiva de las Teorías Implícitas del Aprendizaje, que nos dan un marco para abordar las ideas de los investigadores acerca de este proceso, que la divulgación debe promover para ser exitosa.

La ciencia está íntimamente ligada a la escritura (Lewenstein, 2007; Olson, 1997; Sánchez Ron y Mingote, 2008), ya que la comunicación suele estar basada en soportes escritos (incluso las charlas públicas suelen basarse en una presentación de *power point* o los videos divulgativos o documentales en un guión). Al estar los científicos cada vez más involucrados en tareas de comunicación de la ciencia, realizada con frecuencia por medio de textos escritos, se encuentran con que no están familiarizados, por lo general, con las demandas comunicativas que plantea la escritura para la divulgación. Suelen basarse entonces, al escribir textos de divulgación, en concepciones de sentido común sobre adquisición y transmisión de conocimientos así como sobre el potencial pedagógico de los textos. En el Capítulo 4 abordamos las cuestiones relacionadas con la escritura en general y con la escritura académica y la de divulgación, en particular.

## **1.2. Investigar para comprender**

Con el Capítulo 5 comenzamos la presentación de nuestra investigación propiamente dicha, plateando los objetivos y supuestos generales que guiaron nuestro estudio, así como las fases que la conforman y sus objetivos específicos.

En la primera Fase de la parte empírica nos ocupamos de explorar las concepciones acerca de educación y divulgación científicas en 71 investigadores en Física, así como acerca de la realizada por medio de textos para un público no especializado. En el Capítulo 6 presentamos el instrumento diseñado por nosotros para intentar dar cuenta de esas concepciones y en el Capítulo 7, los resultados

obtenidos mediante los análisis realizados, que nos permiten identificar tres Perfiles Conceptuales diferenciados.

En la segunda Fase de la investigación exploramos las relaciones entre estas concepciones, la evaluación y la producción de textos divulgativos. En el Capítulo 8 presentamos esta Fase, que se inscribe en un estudio de casos en que participaron sólo nueve de los 71 investigadores que participaron de la Fase anterior. Este estudio de casos se llevó a cabo por medio de dos tareas: un Referato o evaluación ficticia de un texto divulgativo dado por nosotros y la elección, por parte de los participantes, del mejor texto de divulgación que ellos mismos hayan escrito. En el Capítulo 9 presentamos la tarea de evaluación de textos realizada por los participantes seleccionados para esta fase y los resultados obtenidos a partir de los análisis de las respuestas a la planilla de evaluación que elaboramos para tal fin. En el Capítulo 10 se analizan los nueve textos compuestos y seleccionados por los participantes (un texto por participante). En ambos capítulos analizamos asimismo las relaciones entre las formas de evaluar y de redactar y de éstas con las concepciones que los mismos participantes expresaron en la primera Fase de nuestra investigación.

Por último, en el Capítulo 11, concluimos la tesis con una discusión general que compara e integra los resultados de las dos fases, resumimos las contribuciones y las vinculamos a los marcos teóricos relativos a la divulgación científica, a las Teorías Implícitas del Aprendizaje y a la escritura académica. Señalamos las limitaciones de esta investigación y trazamos líneas para investigaciones futuras.

Como comentario final quiero remarcar que a pesar de que el proceso de tesis ha sido largo y extenuante, a través de él he logrado acercarme a muchas de las respuestas que estaba buscando, pero, sobre todo me ha generado más preguntas y más ganas de aprender y de compartir este campo de conocimiento con aquellos interesados en él. Espero que este trabajo aporte a un mejor y fructífero diálogo entre el universo científico y el universo de la vida cotidiana de los ciudadanos y sirva para que otros investigadores se interesen en este tema tan importante como es el de democratizar el conocimiento.

Podemos hacer nuestras las palabras de Julio Cortázar, quien en sus recién editadas cartas le escribe a Jean Barnabé, el 27 de junio de 1959:

Lo que yo creo es que la realidad cotidiana en que creemos vivir es apenas el borde de una fabulosa realidad reconquistable, y que la novela, como la poesía, el amor y la acción deben proponerse penetrar en esa realidad (...) para quebrar esa cáscara de costumbres y vida cotidiana, los instrumentos literarios usuales ya no sirven.

A lo que agregamos: también la buena divulgación de la ciencia puede ayudar a quebrar la cáscara, pero no lo logrará a través de una comunicación científica basada en los modelos tradicionales. La comunicación de la ciencia, con la gran riqueza potencial de recursos con las que cuenta y la posibilidad de reinventar los instrumentos usuales, debería intentar acercarse más a esa realidad cotidiana, por medio de la narración -la novela, la poesía-, el amor, la acción, el conocimiento y el arte para aportarnos un poco más de comprensión y belleza.



## CAPÍTULO 2

### DIALOGAR PARA COMUNICAR

#### **Delimitación teórica en relación a la divulgación de la ciencia**

Comenzando prácticamente con el nacimiento de la ciencia moderna, Galileo Galilei publicó en latín en 1610, *El Mensajero de los Astros*, considerado el primer número monográfico de la historia, en el que incluía dibujos de las montañas y los cráteres de la Luna vistos con el telescopio de veinte aumentos construido por él mismo y poniendo este conocimiento a disposición de los letrados de la época.

Pero, es en *Diálogo Sobre Los Dos Máximos Sistemas Del Mundo, Ptolemaico y Copernicano* publicado unos años más tarde (1632) donde podremos, tal vez, encontrar el certificado de nacimiento de la divulgación científica y al que hemos querido brindar un homenaje con el título de esta Tesis. Este texto, famoso por haber sido escrito en italiano, idioma vulgar no aceptado por la Iglesia – cometiendo así una herejía para la época y por la que sería juzgado– no sólo estaba accesible en cuanto al idioma de la gente común, sino en cuanto a la forma en que estaba escrito, ya que contaba con recursos realmente novedosos hasta para hoy en día, tantos siglos después, como menciona Ramón Núñez Centella (2010):

... en donde además de hacer un alarde de dialéctica y retórica discursiva, nos presenta un ejemplo del uso de los diálogos como útil vehículo de la divulgación, por su carácter coloquial, flexible, irónico y hasta divertido (...) la idea de publicar en idioma común marcó un camino que sería adoptado por otros, como René Descartes, quien en 1637 publicó en francés su *Discurso del Método*, y Robert Boyle, que dio a la luz en inglés en 1661 *El químico escéptico*.

Según nos cuenta Federico Kukso (2011), en junio de 1612, Galileo escribe una carta a su amigo Paolo Gualdo, contándole que escribió *el Diálogo* en un idioma vulgar para que toda persona pudiera leerla. Para el reconocido divulgador español José Manuel Sánchez Ron (2010) *El Diálogo* de Galileo posee algo que la mejor literatura de divulgación científica debería tener siempre: transparencia

expositiva e imaginación literaria. Lamentablemente éste no fue el camino seguido por la mayoría de los científicos puestos a divulgar su conocimiento experto a un público amplio. Otros buenos ejemplos que merecen recordarse son: Kepler, Euler, Laplace, Darwin, o más cerca en el tiempo: Cavalli-Sforza, Damasio, Dawkins, Diamond, Einstein, Gell-Mann, Hawking, Hobsbawm, Jay Gould, Levi Montalcini, Penrose, Sagan, Weinberg, Wagensberg o Watson entre muchos otros. Sin embargo, en 400 años de ciencia, los científicos que han dedicado esfuerzos a hacer conocer sus ideas en comunidades más amplias que las estrictamente académicas, parecen ser la excepción más que la regla.

No podemos decir que la divulgación de la ciencia ha tenido un crecimiento y desarrollo a la par de la ciencias, la que fue forjando un lenguaje especializado, a veces críptico, difícil de entender para la mayoría de la *gente de a pie*. Este alejamiento ha provocado corrientes de análisis como el famoso debate de “las dos culturas” de Snow (1987), quien plantea la división en el mundo occidental entre la “cultura literaria” y la “cultura científica”, así como la falta de interdisciplinariedad como uno de los principales problemas actuales para la resolución de los problemas mundiales. La muestra más clara de ello, para este autor, es que no se espera que una persona cualquiera conozca las leyes básicas de la ciencia, así como se supone que cualquier científico (y cualquier persona como muestra de cultura general) debe conocer las obras clásicas de la literatura, las artes plásticas o la música:

Cuando los no científicos oyen hablar de científicos que no han leído nunca una obra importante de la literatura, sueltan una risita entre burlona y compasiva. Los desestiman como especialistas ignorantes. Una o dos veces me he visto provocado y he preguntado [a los no científicos] cuántos de ellos eran capaces de enunciar el Segundo Principio de la Termodinámica. La respuesta fue glacial; fue también negativa. Y, sin embargo, lo que les preguntaba es más o menos el equivalente científico de ¿Ha leído usted alguna obra de Shakespeare? (Snow, 1987; págs., 14-24).

Tampoco podemos encontrar un gran cuerpo de investigaciones que tomen la divulgación de la ciencia como objeto de estudio, por lo que este área de análisis es bastante novedosa y con poco desarrollo (Hvidfelt Nielsen, 2010).

En este capítulo presentaremos algunas líneas que abordan el análisis de la Divulgación de la ciencia como disciplina, para luego reflexionar sobre el lugar de los científicos como divulgadores o comunicadores de la ciencia.

## **2.1. Divulgación de la ciencia**

Recién en las últimas décadas la divulgación de las ciencias ha cobrado su mayor presencia y relevancia, gracias a la llamada revolución científica y tecnológica comenzada en el siglo pasado, sobre todo luego de la Segunda Guerra Mundial (Cuevas, 2008) con avances y desarrollos que afectan la vida cotidiana de las personas, así como a los nuevos medios de acceso a la información. Estos cambios van tornando a la divulgación científica a la vez más necesaria y posible.

Como apuntábamos, en tanto objeto de estudio la Divulgación de la ciencia es muy joven (Henk, Mulder y Goedhart, 2009) y no cuenta aún con un cuerpo teórico importante. Muestra de ello, según estos autores, es que en la bibliografía suelen citarse encuestas, informes de políticas científicas o artículos de prensa. Por su parte, Hvidfelt Nielsen (2010) sostiene que esta negligencia científica de los actores clave en comunicación de la ciencia podría ser una de las razones por las que la práctica de la comunicación científica no tiene mucho interés para la comunidad científica en general.

La investigación disponible en el área suele abordarse desde distintas disciplinas, como por ejemplo, Estudios de Comunicación, Educación, Psicología, Sociología, Epistemología, Lingüística, Análisis del Discurso, por nombrar algunas. Sin querer ser exhaustivos, algunas de las publicaciones actuales provienen de áreas como la Comunicación con autores como Burns, O'Connor y Stocklmayer, (2003), Calvo Hernando (2006), De Semir (2001), Hvidtfeld Nielsen (2010) o Lewenstein (1992, 2002, 2003); Letras y Lingüística con los trabajos de Calsamiglia (1997, 1998, 2000), Cassany (2006, 2008), Ciapuscio (1993, 1994, 2003, 2011) Galán Rodríguez (2003), Gallardo (2004, 2005, 2010), Sánchez Mora (1998), Vara (2007c). También desde la Museología con trabajos como los de Alderoqui y Pedersoli (2010), Falk y Dierking (2010), Marandino, Mortara Almeida y Álvarez Valente (2009), Murriello (2009), Murriello, Contier y Knobel (2006; 2008), Reynoso Haynes (1998; 2001; 2008), Wagensberg (2006; 2007, 2010); o desde la

Sociología y Filosofía con Bauer y Jensen (2011), Bordieu (2000), Jensen (2010), Kreimer (2006, 2009), Kreimer, Levin y Jensen (2011), Merton, (1964), Palma (2004), Vara y Hurtado de Mendoza (2004). En este panorama, cada disciplina aporta cada una de ellas su recorte particular. Encontramos que los estudios realizados desde la Psicología y la Educación no son tantos como desde las otras disciplinas mencionadas, aunque algunas investigaciones sí la abordan (Alderoqui Pinus, 2009; Bell, Lewenstein, Shouse y Feder, 2009; Hooper-Greenhill, 2007; Turney, 2004; Yore, Hand, Prain, 2002).

La mayor parte de los estudios que analizan la divulgación lo hace tomando como objeto aquella que se lleva a cabo en los medios de comunicación masiva (periodismo científico), la comunicación médica o aquella dirigida principalmente a determinados niveles educativos o públicos, como puede ser la divulgación para científicos o lo que se ha dado en llamar divulgación didáctica, concebida específicamente para un determinado grupo educativo. Si bien encontramos algunas investigaciones que analizan la relación de los científicos con la divulgación de la ciencia en relación a distintos temas como, por ejemplo, la detección de vocaciones (Stekolschik, Draghi, Adaszko y Gallardo, 2010); característica y diseño de explicaciones en charlas públicas (Kapon, Ganiel y Eylon, 2009); motivaciones que llevan a los científicos a involucrarse en actividades divulgativas (Kreimer, Levin y Jensen, 2011; Sempere, Garzón-García y Rey-Rocha 2008); temas controversiales (Beck, 1986, 1995; Horning, 1993; Nelkin, 1971, 1974, 1979; Vara 2007a, 2007b, 2007c). El análisis de los modelos comunicacionales en vigencia, tipo de divulgación y evaluación (Trench y Junker, 2001; Turney, 1996, 2004; 2008) y de las formas de acuerdo a las cuales quienes realizan actividades de divulgación conciben la divulgación, se encuentran entre los aspectos menos estudiados. Sin embargo, esta dimensión es clave si consideramos a la divulgación científica como actividad educativa. A través de esta tesis esperamos aportar algo a la comprensión de los factores que intervienen en la divulgación realizada por científicos a través de textos, teniendo en cuenta sus concepciones acerca de estas actividades.



### 2.1.1. ¿QUÉ ES LA DIVULGACIÓN? UNA MULTIPLICIDAD DE DENOMINACIONES Y CONCEPCIONES

Mucho se ha debatido acerca de la terminología con que debe denominarse a esta actividad ¿o disciplina? Proponemos un breve análisis de lo que cada término supone.

La expresión *Divulgación Científica* es controvertida y no es la única que se refiere a la acción de transmitir conocimientos científicos. Otros términos que pueden encontrarse al referirse a esta acción son: *Vulgarización*, *Popularización*, *Difusión*, *Alfabetización*, *Comunicación pública de la ciencia*, *Comprensión Pública de la ciencia*, *Percepción pública de la ciencia*. Cada uno de ellos tiene asociado supuestos diferentes, algunos más cuestionados que otros entre los comunicadores y científicos. Así por ejemplo, *Divulgación*, *Vulgarización* y *Popularización* suelen ir dejándose de lado, ya que podrían connotar un tipo de comunicación asimétrica en la que un experto “baja” el discurso al vulgo o pueblo, utilizando recursos tales como simplificación, reducción, síntesis o ejemplificación y cuyo objetivo es el trasvase (Calsamiglia, 1997) de un contenido de alto nivel a otro de nivel bajo, familiar o popular. *Difusión* suele ser entendida como la simple puesta a disposición de la información, sin mayores contemplaciones respecto a la comprensión de la audiencia, en el sentido de una traducción o interpretación, ya que se “desvincula el contenido científico que se transmite de la forma verbal con la que se va a presentar” (Calsamiglia, 1997). *Alfabetización científica* suele ser un concepto que se relaciona con el ámbito educativo y con cuestiones relacionadas con la adquisición y transmisión del conocimiento, contemplando la recontextualización del conocimiento como proceso, aunque algunos la rechacen por connotar que presupone al público como analfabeto. *Comunicación*, *Percepción* y *Comprensión Pública de la Ciencia* suelen usarse indistintamente aunque también tengan implicancias distintas. Así, por ejemplo, *Comunicación de la ciencia* supone un diálogo entre emisor y receptor; *Comprensión* y *Percepción pública de la ciencia* pondrían el acento en el receptor, aludiendo a acciones diversas: uno en los procesos de elaboración del conocimiento (Karmiloff-Smith, 1992; Pozo, 1996, 2003) necesarios en quien incorpora un conocimiento nuevo o revisa aquellos

disponibles. El otro término hace referencia a la relación política científica-ciudadano como parte de la toma de decisiones.

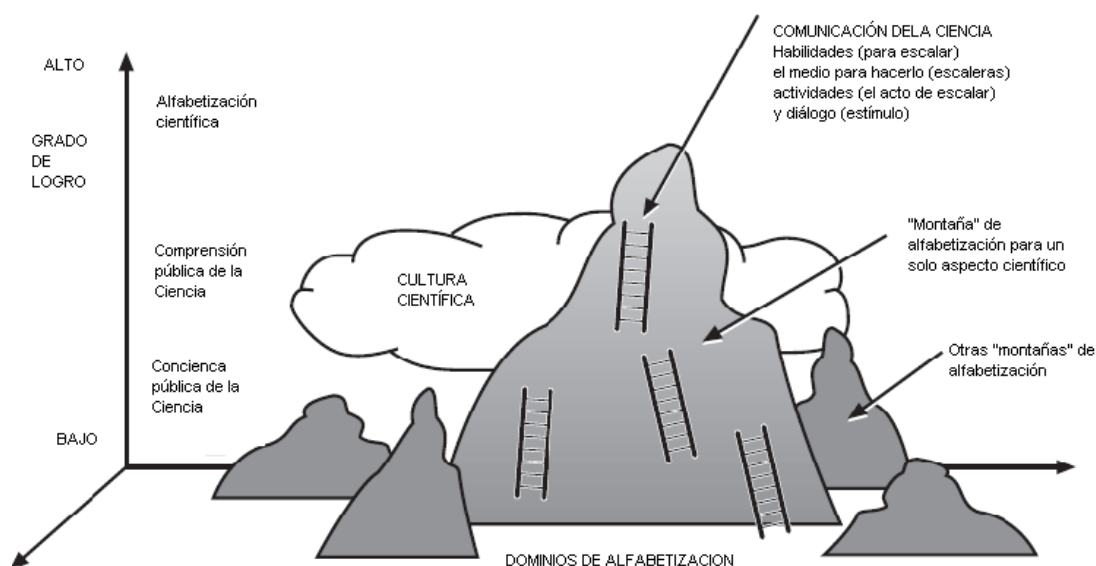
Burns, O'Connor y Stocklmayer (2003) sostienen que si bien los términos se usan indistintamente, cada término se construye sobre una filosofía diferente, por ejemplo, *Conciencia pública de la ciencia* (*Public Awareness of Science*) focaliza en la creación de conciencia y actitudes positivas. *Comprensión pública de la ciencia*, por su parte, se centra en la comprensión (de contenidos, procesos y factores sociales). *Alfabetización científica* podría entenderse como la situación en la que se cuenta con el interés y la conciencia pública de la ciencia, es decir, con un público que se compromete, forma opiniones y busca comprender la ciencia. Por último, *Cultura científica* da cuenta de un amplio emprendimiento cultural en apoyo a la ciencia y la alfabetización científica. Estos términos buscarían detectar aquellas respuestas deseables en la relación del público con las ciencias, respondiendo a la metáfora del AEIOU, por las siglas en inglés de *conciencia de la ciencia, disfrute u otra respuesta afectiva hacia la ciencia, Interés, formar, reformar o confirmar las opiniones o actitudes y comprensión de la ciencia* (*Awareness of science, Enjoyment or other affective responses to science, Interest in science, the forming, reforming or confirming of science related Opinions or attitudes and Understanding of science*).

En este trabajo optamos por el término *Divulgación*, porque, aunque criticable si pensamos que lleva implícita la idea de “trasmitir al vulgo”, es el más utilizado en la literatura e investigaciones en Iberoamérica. Vemos por ejemplo, que México, país latinoamericano con gran tradición en investigación en esta área, cuenta con la Dirección Nacional de Divulgación de la Ciencia, perteneciente a la Universidad Autónoma de México, la que, entre otras actividades publica libros, tesis y artículos sobre divulgación; y en aquellos centros o universidades donde encontramos un departamento dedicado a ello, éste suele llamarse “de divulgación”. También utilizaremos las expresiones *Comunicación Pública de la Ciencia* o *Comunicación de la Ciencia*, que se acercan a lo que entendemos por este fenómeno y nos parecen más acertadas por implicar a los dos principales actores y por suponer un diálogo entre ellos. Este término es el más utilizado por la escuela

anglosajona. En cambio, en Francia es común encontrar indistintamente términos como *Vulgarización* o *Popularización* en la misma medida que *Divulgación*.

Tal vez la visión más original que encontramos en las investigaciones sobre el tema de la comunicación pública de la ciencia sea la de la “Escalada de montaña” que propone esa novedosa metáfora para entender la divulgación y a los divulgadores como de “guías de montaña” (Burns, O’Connor y Stocklmayer, 2003). Según esta metáfora el desarrollo de la alfabetización científica sería similar a escalar, ya que es dinámica, participativa y necesariamente opera sobre el punto de vista que los participantes tienen sobre el mundo. Este proceso de “escalada” sería facilitado por la comunicación científica por medio de estrategias (habilidades), los medios (escaleras), actividades (el acto de escalada en sí) y el diálogo (estímulo). Estos factores –las competencias adecuadas, los medios de comunicación, las actividades y diálogo– son utilizados para mejorar la conciencia, disfrute, interés, opiniones o comprensión (AEIOU) de la ciencia. Notamos, además, ciertos niveles respecto a los resultados, entre la actitud hacia la ciencia, comprensión y alfabetización científica; y la inclusión de otros aspectos de la ciencia, así como la existencia de “otras alfabetizaciones”. El Gráfico 1.1. ilustra la metáfora propuesta por estos autores.

**Gráfico 2.1. La metáfora de la divulgación como escalada** [Adaptado de Burns, O’Connor y Stocklmayer, 2003, pág. 193]. La traducción es nuestra.



Esta metáfora es interesante en el sentido que aclara que no ubica al científico en lo alto de montaña y al lego en la base, sino que refiere al proceso de construcción del conocimiento, que no suele tomarse en cuenta (el camino entre la base y la cima). Sobre este modelo Hvidtfeld Nielsen (2010) sostiene que los guías de montaña (entiéndase, los comunicadores) no son conscientes del tamaño de la montaña, la ética del montañismo y la manera en que los montañistas deben ser guiados. Es decir para este autor, uno de los puntos más importantes a analizar (y que de hecho está muy poco estudiado) es cómo los comunicadores contribuyen al proceso de comunicación científica y cómo la conciben.

### **2.1.2 FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA**

La Divulgación Científica ha sido tradicionalmente entendida como sinónimo de periodismo científico (Alinovi, 2010; Cassany, 2006; De Semir, 2001; De Semir y Revuelta, 2004; Gallardo, 2004, 2010). Nosotros la entendemos como un fenómeno amplio, que puede tomar diversos formatos. Así, por ejemplo, podemos diferenciar la Divulgación realizada por periodistas científicos, de la realizada por científicos para otros científicos o por científicos para diversos públicos, por ejemplo. Pero lo que es importante es saber qué entendemos por este fenómeno. Según Calsamiglia (1998), la Divulgación no se limitaría a hacer que el lego comprenda la red conceptual científica con su terminología correspondiente, sino en “saber hallar y utilizar las palabras y los recursos idóneos de la lengua general que puedan dotar de sentido los conceptos concretos que se deben transmitir” (pág. 2645).

Nosotros preferimos entenderla como un diálogo entre dos visiones del mundo. Conceptualizamos la Divulgación como un sistema en el que los diversos componentes interactúan entre sí, permitiendo –en algunos casos– la redescipción de las representaciones pre-existentes y la adquisición de nuevos conocimientos. Para ello, adaptamos para el enfoque de la Divulgación Científica, el modelo de Pozo (1996) para el aprendizaje, por medio de la interacción de estos componentes, como proponen algunas líneas de la Psicología del Aprendizaje que enmarcan nuestra mirada sobre la comunicación de la ciencia (Pozo *et al.*, 2006). El objetivo de la Divulgación sería entonces que el receptor construya un nuevo conocimiento,

más cercano al científico, integrando los saberes de manera jerárquica, es decir logrando una articulación entre su visión del mundo y la nueva que le propone la divulgación. Ampliaremos esta idea en el Capítulo 3.

Al ser una disciplina joven, en el concepto de divulgación o comunicación pública de la ciencia encontramos aspectos no definidos o faltos de claridad sobre lo que se entiende por ellos. Para comprender mejor la complejidad del concepto, mencionaremos algunos factores intervinientes en él, según lo que proponen Burns, O'Connor y Stocklmayer (2003, pag.184): Público, Participantes, Resultados y respuestas, Contexto y discurso y Ciencia.

**Público:** Lo tradicional es entender el público hacia el que se dirige la divulgación (más allá de los modelos de comprensión antes mencionados) como “cualquier persona de la Sociedad”, lo que resulta un grupo demasiado heterogéneo. Proponen entonces, identificar al menos seis grupos que pueden superponerse, pero en los que podemos distinguir intereses, necesidades, actitudes y niveles de conocimiento particulares y que forman aquello entendido como *sociedad* en divulgación (con sus costumbres, normas e interacciones sociales particulares):

- *Público experto, Científicos:* Relacionados con la industria, comunidad académica o gobierno.
- *Mediadores:* Comunicadores entre los que se incluyen comunicadores científicos, periodistas y otros miembros de los medios, educadores y creadores de opinión.
- *Agentes relacionados con la toma de decisiones:* Miembros gubernamentales, científicos y académicos ligados a la política científica y comunicacional.
- *Público general:* Todos los grupos anteriores más otros sectores y grupos de interés, como por ejemplo, escolares, grupos de caridad o ONG's.
- *Público curioso:* Parte de la comunidad interesada de antemano (y relativamente bien informados) en las actividades científicas y los científicos.

- *Público interesado*: Gente interesada, pero no necesariamente bien informada sobre temas de ciencia y tecnología.

Otros términos utilizados para referirse a los destinatarios son: *público lego* (entendido como aquellos, incluso científicos, que no son expertos en un tema particular, pudiéndose equiparar con el grupo de *Público general* y que sería el grupo más complejo en cuanto al diálogo propuesto dada su falta de especificidad) y *comunidad científica* (aquellos involucrados directamente en algún aspecto de la práctica científica).

Los científicos, considerados público experto, combinan una doble perspectiva muy difundida entre los académicos: por un lado ser tomados como asesores (por ejemplo, en política) y por el otro, ser divulgadores. El asesoramiento sobre políticas y la comunicación pública suponen tanto retos como dilemas para el científico. Ambas perspectivas son interdependientes y no pueden estudiarse por separado, ya que la comunicación pública realizada por los científicos, por lo general tiene un determinado impacto político que influye en políticas, organizaciones y grupos que tratan de valerse del conocimiento científico (Peters, 2008; Stehr, 2005).

Algo para tener en cuenta también en relación al público son las distintas actitudes frente a la ciencia. No sólo han ido cambiando a lo largo de la historia, sino que también pueden variar en función del modelo comunicativo con que el conocimiento llega a ese público y del tema –hay temas más controversiales que otros–. Para ello, son interesantes las investigaciones sobre controversias, que exceden el tema de este análisis (Nelkin, 1971, 1974; Vara, 2003; 2007a; 2007b)

- **Participantes**: Aquellos que directa o indirectamente participan de visitas a exhibiciones, museos, charlas científicas o que escriben a un periódico acerca de un tema científico; así como aquellos que patrocinan o promueven eventos. Es decir, pueden ser individuos del público general, incluidos investigadores, comunicadores, empresarios o miembros de los medios.
- **Resultados/respuestas**: Acciones llevadas a cabo como actos divulgativos que por ocurrir en el “mundo real” no son fácilmente

controlables para su análisis. Por lo general necesitan sobre todo de habilidades de las ciencias sociales antes que de las naturales. Para una comprensión más profunda de las acciones en comunicación de la ciencia se recurre a métodos cualitativos. Asimismo, debe tenerse en cuenta que un aspecto difícil de analizar son los efectos a largo plazo de las acciones de la comunicación de la ciencia.

- **Contexto y discurso:** El hecho científico está íntimamente relacionado con el discurso, puede entenderse como trasvase de una mente a otra, como traducción o como un nuevo discurso, como propone Calsamiglia (1998), quien postula que el conocimiento circula por diferentes sectores sociales y cada situación construye un discurso adecuado a ella, así como cada interlocutor contribuye con distintos requerimientos y aportes según su posición. Es decir, el discurso interacciona con cada destinatario y contexto. Para Ciapuscio (1993) el discurso divulgativo debe tener en cuenta los tipos de texto, en el sentido de transformar el discurso científico por medio de los recursos lingüísticos disponibles.
- **Ciencia:** Cualquier proyecto de comunicación debe tener claro qué entiende por ciencia. Sobre este factor no suele haber acuerdo. Por ejemplo, algunos no consideran a las ciencias sociales como ciencias.

Weigold (2001) sostiene que se utiliza el término “ciencia” para referirse a una gran variedad de actividades, incluyendo tanto ciencia básica como aplicada, o hasta algunas definiciones más amplias que incluyen la tecnología y el uso que ésta hace del conocimiento científico para diseñar ciertos productos. También menciona la definición ampliada brindada por Friedman, Dunwoody y Rogers (1986), según la cual ciencia comprende no sólo las ciencias biológicas, de la vida y física, sino las ciencias del comportamiento y aplicaciones tales como ciencias ambientales, medicina e ingeniería, incluyendo también al aspecto político, económico y social en relación a ella. Respecto a la comunicación de la ciencia específicamente, lo más usual es pensar que al hablar de Ciencia, nos referimos a las naturales o “duras”, ya que algunos pueden defender que los procesos y recursos comunicativos respecto a las ciencias sociales son distintos que para las ciencias naturales.

Si bien nosotros defendemos la postura según la cual las ciencias sociales son consideradas ciencias, tenemos claro que cuando se habla de comunicación o divulgación de la ciencia, suele estar referida a las ciencias duras. En cambio, cuando se habla de divulgación de disciplinas relacionadas con las ciencias sociales, es habitual “apellidar” la divulgación especificando la disciplina en cada caso: *Divulgación de la sociología*, *Divulgación histórica*, etc. De todos modos, en esta tesis estudiamos la Divulgación en un área cuyo status científico no está en discusión: la Física.

### **2.1.3. MODELOS SUBYACENTES EN LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA A FINES DEL SIGLO XX Y EN LA ACTUALIDAD**

Bruce Lewenstein (2003) sitúa el comienzo de la discusión sobre la comprensión pública de la ciencia a mediados del siglo XX, cuando la comunidad científica manifestó su preocupación por la falta de apoyo de la sociedad. Al promediar la década de los `70, la National Science Board de los Estados Unidos encarga una encuesta sobre la percepción pública de la ciencia, que da como resultado que sólo un 10% de los encuestados puede definir “molécula” y que más de la mitad sostiene los dinosaurios y los humanos fueron contemporáneos. Esto provocó alarma entre los gestores de políticas científicas, quienes a partir de entonces proponen la inversión en diversos programas para acercar el conocimiento científico al público. Similares resultados se obtuvieron por un estudio realizado por la Real Sociedad Británica (*British Royal Society*), en el año 1985. Algunos de los programas y proyectos resultantes para paliar los resultados de estos informes, fueron luego analizados por las primeras investigaciones en esta área (Miller, 2001). A partir del informe “*The Public Understanding of Science*” elaborado por la *British Royal Society*, o más conocido como el *Bodmer Report*, se creó el CoPus (organismo estatal tripartito formado por la *Royal Society*, *British Association for the Advancement of Science* y la *Royal Institution*) abocado a la mejora de la comunicación pública de la ciencia con subsidios para actividades de divulgación, premios, investigación, etc. (Vara, 2007c). Lo que motiva estas iniciativas es la preocupación acerca de los modos en que se realiza la divulgación científica: parecería que no alcanza con hacer divulgación, sino que cómo es realizada podría ser un factor clave en los resultados que genera. Para ello, es preciso repensar ese



cómo de la divulgación, y más concretamente, analizar los modelos que subyacen a los diversos planes o programas de divulgación, los que podrían no ser explícitos para quienes gestionan o realizan divulgación.

Algunos autores identifican la operación de varios modelos subyacentes a la divulgación de la ciencia (Bucchi, 2008; Courvoisier, Clémence y Green, 2011; Durant, 1990, 1999; Einsiedel y Thorne, 1999; Fayard 1992; Lewenstein 1992, 2003; Logan, 1999, 2001; Miller, 2001; Sturgis y Allum, 2004; Trench y Junker, 2001; Turney, 1996, 2004, 2008; Weigold 2001; Ziman, 1992, 2000).

A continuación repasamos las clasificaciones más relevantes, buscando entender no sólo el sentido de los modelos identificados, sino también las coincidencias y divergencias entre clasificaciones (ver Tabla 2.1.).

**Tabla 2.1. Los modelos de divulgación científica según diversos autores: coincidencias y divergencias**

Durant (1990)	Lewenstein (1992)	Weigold (2001)	Hillgartner (1990)	Bucchi (2008)
Modelo de Déficit Cognitivo	Modelo de Déficit		Modelo Dominante	Modelo Difusionista o Paternalista
—	Modelo Contextual	Modelo Racional	—	—
—	Modelo de comunicación Experto- novato	—	—	—
Modelo Democrático	Modelo Participativo	Modelo Contextual	—	Modelo Dialogal

Durant (1990) es uno de los pioneros en la clasificación respecto a cómo se concibe la comunicación de la ciencia, mencionando el *modelo de déficit cognitivo*. Para este autor, el modelo del déficit cognitivo se caracteriza por considerar a los científicos como expertos y al público como ignorante, el que debe ser instruido. Algunas formas simplificadas de este modelo se centran en los productos de la ciencia, como los hechos o teorías, mientras que otras versiones lo hacen en el

proceso de investigación. A partir de las críticas sufridas y por la visión ingenua acerca de lo que es el conocimiento científico de este modelo, surge el *modelo democrático*, caracterizado por un papel activo de la ciudadanía en relación a los temas y controversias científico-tecnológicos. Este modelo busca establecer una relación de igualdad entre público y científicos, reconociendo la existencia de múltiples tipos de conocimiento, que pueden estar en conflicto, tratando de llegar a acuerdos por medio de debates abiertos y constructivos (Durant, 1990).

Poco tiempo después Bruce Lewenstein amplía y profundiza lo aportado por Durant, proponiendo una clasificación (1992) que aún sigue siendo una referencia al abordar este fenómeno, distinguiendo: Modelo de déficit, Modelo contextual, Modelo experto-novato, Modelo participativo.

El *modelo de déficit*, según Lewenstein, surge a partir de mediados del siglo XX, cuando se toma conciencia de la brecha existente entre el conocimiento de la comunidad científica y de la ciudadanía en general. En los años 70 del siglo pasado, se comienzan acciones al respecto y surgen así las primeras mediciones de la percepción pública de la ciencia, a partir de cuyos resultados se plantea la necesidad de acercar a la población a los conceptos y avances científicos. Esto dio lugar a programas que buscaron “llenar” este déficit de conocimiento. La idea básica es que el conocimiento científico es el modelo de conocimiento y que la gente común carece de recursos cognitivos necesarios para adquirirlo (Weigold, 2001). Tanto los estudios sobre la percepción pública de la ciencia (con preguntas descontextualizadas, la falta de consideración de otro tipo de conocimientos, conteo del número de cursos de ciencias a lo largo de la escolaridad, etc.), como los programas surgidos a partir de ellos, son criticados por no tomar en cuenta los conocimientos de la audiencia.

El modelo de déficit es criticado, también, por mantener el criterio de autoridad en el que el conocimiento queda restringido a un mundo cerrado y acotado formado por expertos y que cada vez es más especializado (Barceló, 1998). Sin embargo, según Weigold (2001), todavía a inicios de este siglo éste era el modelo más difundido en comunicación de la ciencia.

En cambio, el *modelo contextual* sostiene que los individuos no son contenedores vacíos que hay que llenar de información, sino que procesan la información de acuerdo a esquemas psicológicos y sociales, moldeados por sus experiencias previas, cultura, contexto y circunstancias personales. El área por excelencia en que se aplica este modelo es en vinculación a la salud, por las complejas relaciones entre médicos y pacientes, tanto a nivel individual como en campañas de salud pública. Otra área en que encontramos este modelo es en la percepción y comunicación sobre riesgos, el tipo de respuesta estaría determinada por la información que se recibe y en qué contextos. También se consideran factores personales que pueden influir, como son la etapa de la vida, tipo de personalidad, contexto social, etc.

El modelo contextual reconoce también la importancia de las redes o sistemas sociales y las representaciones que brindan los medios para amortiguar o amplificar la reacción pública ante determinadas situaciones. Versiones más actuales de este modelo utilizan estrategias comerciales o de *Marketing* para detectar poblaciones con actitudes diferenciales hacia la ciencia, aunque no necesariamente con propósitos como podrían ser la alfabetización científica o prevención de riesgos. Desde un punto de vista práctico, este modelo puede guiar en el diseño de mensajes sobre personajes, contextos, temas, como puede ser, por ejemplo, el efecto de las adicciones sobre el cerebro, para una población específica.

La Divulgación realizada en base al modelo contextual, en sus diferentes versiones, ha sido criticada por ser una mera sofisticación de aquella basada en el modelo de déficit. Considera que el público tiene serias dificultades en resolver los problemas y no lo hace como un experto. Es decir, si bien se tienen en cuenta diversos factores que atañen a los individuos en cuanto a su comprensión de la información, el conocimiento “verdadero” se limita al del experto y científico. Otra crítica es el uso de abordajes de mercado como un intento de manipulación de la población a la que se dirige el mensaje. Se considera que esta perspectiva estaría demasiado atada a los intereses de la comunidad científica, la que casi por definición constituye un grupo de élite en la Sociedad. Ambos modelos (déficit y contextual) parecerían igualar “comprensión pública” con “apreciación de los beneficios provistos por la ciencia”, sin aclarar los aspectos políticos o sociales en

los que las instituciones científicas utilizan la “alfabetización científica” como una herramienta retórica con la que influenciar la toma de decisiones o eventual apoyo, incluso a veces en oposición a intereses locales o regionales. A partir de los años 80, los investigadores han venido reconociendo la importancia de los saberes locales, asumiendo compromisos de inclusión y participación política que dieron origen a otros dos modelos: el modelo experto-novato y el de participación.

Según Lewenstein, el *modelo experto-novato* se ancla en el reconocimiento del saber local o lego, basado en la historia y las experiencias concretas de la gente. Este conocimiento choca muchas veces con el conocimiento “verdadero”, incluso arrogante de la comunidad científica, al que muchas veces le falta información del mundo real (por ejemplo para la toma de decisiones o elecciones personales). Algunos lo consideran un sub-modelo del contextual, pero Lewenstein considera que se diferencia de él. Mientras el modelo contextual asume que el trasvase del conocimiento científico al público es complejo, el modelo experto-novato considera que el conocimiento local es igual de relevante para resolver problemas que el conocimiento técnico. El conocimiento local (o lego) está validado por otras estructuras sociales, más allá de la científica. Por esta razón, el modelo experto-novato puede también entenderse como un modelo “anti-ciencia” que podrían reconocerse en muchas de las controversias en los años 90. Según este autor, lo que sustenta esta postura es la clara intención política de dar mayor poder a determinados grupos sociales o comunidades, aunque no explica cómo un modelo basado en los conocimientos legos podría guiar una mejor comprensión en temas concretos, pero reconoce que suelen ser efectivos para aumentar la confianza de determinadas poblaciones respecto a enfoques específicos.

Justamente por la importancia que tiene la confianza social respecto a las políticas públicas y científicas, es que según Lewenstein surgen *modelos del tipo participativo*, que ponen el foco en que el público tenga una decisiva intervención, tales como búsqueda de consensos, consultas populares, etc., o cualquier tipo de actividad en que se haga participar al público. El lema que guía este modelo es el de la democratización de la ciencia. Otra manera de entender este modelo es diciendo que busca un diálogo entre ambos tipos de conocimiento. También puede ser

criticado por su direccionamiento político o por preocuparse más por los procesos en la ciencia en lugar de los contenidos en sí mismos.

Por su parte, Weigold (2001) sostiene que podemos encontrar tres modelos en relación a la comunicación pública de la ciencia. El primero de ellos, el *modelo de déficit* coincide plenamente con el planteado por Lewenstein. En cambio, *el modelo racional* considera la relación ciencia-público y lo hace de manera pragmática: basta con detectar aquello que la gente necesita saber de ciencia para ser buenos ciudadanos y actuar en consecuencia. En ese sentido, parece estar a caballo entre los modelos de déficit y el contextual de Lewenstein.

Por último, el *modelo contextual* de Weigold se acerca más al modelo participativo de Lewenstein que al que lleva el mismo nombre (el contextual), pues parte de la pregunta sobre qué circunstancias rodean a lo que la gente quiere saber de acuerdo a sus circunstancias particulares, considerando aspectos sociales y psicológicos intervinientes para llevar a cabo una comunicación más eficaz desde la cual partir para comunicar ciencia. Si bien actualmente hay considerable coincidencia en que esta acepción de modelo contextual (o participativo en términos de Lewenstein) sería el más efectivo, no es el más difundido (Courvoisier, Clémence y Green, 2011; Lewenstein, 1992; Logan, 1999, 2001; Ziman, 1992).

Algunos autores (Miller, 2001; Sturgis y Allum, 2004) señalan que la divulgación científica se encuentra atravesando una encrucijada porque, por un lado hay más actividades divulgativas que nunca, algunas incluso respondiendo a modelos contextuales, supuestamente uno de los que mejor contribuiría al logro de una “alfabetización científica” de los destinatarios, pero no se ven grandes cambios respecto a la relación del público con la ciencia. ¿Cómo pueden explicarse la falta de interés del público en la ciencia, la relación poco fluida entre la comunidad científica y la Sociedad o que haya factores en la comunicación científica que no sean tenidos en cuenta? Tal vez ninguno de estos modelos esté planteando un verdadero acercamiento a la población de los temas científicos de manera de responder o generar el interés por parte del público. ¿Será que estos modelos no están teniendo en cuenta otros factores que influyen en la comunicación de la ciencia?

Einsiedel y Thorne (1990) analizaron una serie de trabajos sobre comunicación pública de la ciencia de la década del '80 y concluyeron que en la mayoría subyacía la idea del público como desinteresado, abúlico o pasivo, lo que estaría confirmando la prevalencia del modelo de déficit o la “visión dominante de la popularización” de Hilgartner (1990), quien lo presenta como una postura en la que los científicos son los que saben, el público no sabe y entre ellos necesariamente debe haber mediadores que simplifiquen o traduzcan el mensaje, como los periodistas científicos. Consideran que los científicos son los que saben, los ubicaría en un lugar social privilegiado en el que el conocimiento circularía de arriba hacia abajo (Miller, 2001; Vara, 2007c):

La visión de la divulgación de la ciencia que domina en nuestra cultura se basa en una noción idealizada de un conocimiento científico puro y genuino con el que se compara la ciencia que se divulga. Esto supone un modelo en dos etapas: en primer lugar, los científicos desarrollan un conocimiento científico genuino; en segundo lugar, los divulgadores transmiten al público una versión simplificada. Además, esta visión implica que cualquier diferencia entre la ciencia genuina y la divulgada debe ser causada por una “distorsión” o “degradación” de las verdades originales. De esta manera, la divulgación es, en el mejor de los casos, una “apropiada simplificación” —una actividad educativa necesaria (aunque de bajo status), que consiste en simplificar la ciencia para hacerla accesible a los no especialistas. Y en el peor de los casos, la divulgación es “contaminación”, la “distorsión” de la ciencia por parte de personas ajenas a la actividad científica como periodistas, o por un público que no comprende la mayor parte de lo que lee. (Hilgartner, 1999, citado por Vara, 2007c, pág. 46).

Por su parte, Bucchi (2008) sostiene la manera en que se concibe la comunicación de la ciencia requiere un mayor desarrollo conceptual ya que la concepción paternalista dominante según la cual la Ciencia es muy difícil y está reservada para unos pocos “iluminados” (equiparable al modelo de déficit) puede

encontrarse en muchas de las prácticas de manera implícita o explícita. Bucchi, menciona dos tipos de procesos que surgieron a partir de las prácticas divulgativas: la institucionalización de la ciencia como una práctica de alto estatus social y, como consecuencia de ello, el surgimiento y la necesidad de contar con mediadores entre el público y los científicos. Este autor habla de la necesidad de ir abandonando el modelo difusionista o paternalista (equiparable al de déficit o el de la *visión dominante*) para ir hacia uno dialogal.

El modelo difusionista considera que la comunicación debe darse idealmente por los medios de comunicación, aunque no lo hagan satisfactoriamente. Esa comunicación es lineal, es decir la influencia se da en un solo sentido, del contexto científico al popular, en el que el conocimiento “válido” debe transmitirse y reemplazar el popular o “no válido”. Algo interesante sobre lo que Bucchi llama la atención es la ilusión de creer que la ciencia es transferible de un contexto a otro, sin cambios significativos, pudiendo tomar una idea científica y llevarla al dominio del público general, sin modificaciones, siendo necesario, solamente simplificarla un poco o traducirla, siguiendo un continuo que explicaremos en la página 57 Para este autor, este modelo ubica a los científicos en un lugar de preferencia en la sociedad, desde donde al estar al margen pueden criticar la comunicación de la ciencia. La visión paternalista o difusionista también dominó las investigaciones de los años 50 sobre los intereses del público: vincula la comprensión del público con la habilidad de responder sobre ciencia y ha restringido la discusión a la observación tautológica de que el público no razona igual que los expertos (Bucchi, 2008). Esto tiene vinculaciones con otros temas tales como los niveles de conocimiento, actitudes hacia la ciencia, aplicaciones, etc. Para él, la brecha entre conocimiento científico y el conocimiento lego o popular es una cuestión cualitativa y no cuantitativa (como pareciera entender este modelo paternalista).

El recorrido por los diferentes modelos que subyacen a las iniciativas de divulgación científica (ver Cuadro 2.1.) indica una evolución en la historia contemporánea de la comunicación de la ciencia desde los modelos de déficit, dominante, paternalistas y difusionistas hacia los participativos, contextuales, dialogales. Sin embargo, no creemos que aquellos estén superados, sino que conviven unos con otros, sea en acciones individuales o voluntarias de científicos, e

incluso de organismos públicos. En cambio, parecería que en las actividades promovidas por comunicadores profesionales o por equipos interdisciplinarios es más habitual encontrar modelos contextuales, dialogales, participativos.

En efecto, Hvidfeld Nielsen (2010) en su análisis sobre comunicadores de ciencia, propone que aquellos que se dedican a comunicar ciencia y tecnología, consideran esa comunicación de manera matizada y multidimensional, con predominio de: la dimensión educativa, la dimensión democrática y de legitimación en la Sociedad. En segundo lugar, conciben el rol de la divulgación como promotora de vocaciones científicas y como creadora de recursos para investigadores y científicos.

Lo que queda claro es la necesidad de tener en cuenta el modelo del que se parte en todos sus aspectos e implicancias. Tal como propone Fayard (1992), una de las cuestiones más importantes es la de delimitar la concepción que se tiene del público y no considerarlo un recipiente vacío a llenar o mentes retorcidas que deben ser enderezadas, sino como ciudadanos con los que se debe dialogar o contribuyentes a quienes persuadir para que apoyen la ciencia.

Consideramos que la divulgación de la ciencia tiene una marcada intención educativa, en tanto busca transmitir un conocimiento para que sea adquirido por el destinatario, en el sentido que plantean Silvia Alderoqui y Constanza Pedersoli (2011): pasar de la transmisión unilateral de conocimientos a la construcción de nuevas narrativas.

## **2.2. Científicos como divulgadores**

¿Son los científicos extranjeros o pasivos observadores de las prácticas periodísticas y de la incomprensión del público? ¿Quiénes tienen que ser los encargados de llevar adelante los proyectos de divulgación de la ciencia? ¿Deben ser los científicos, deben ser comunicadores sociales especializados en temas científicos, deben ser equipos interdisciplinarios...?

No hay acuerdo sobre esta cuestión y nosotros no pretendemos dar una respuesta acabada. Sólo vamos a ocuparnos de aquellos científicos que dedican parte de su tiempo laboral, cuando no exclusivamente, a la comunicación de la



ciencia. Según Galán Rodríguez (2003) científicos como Oppenheimer, Shamos o Trachtman están en contra de que sus colegas se dediquen a este tipo de actividades que los alejan de lo realmente importante de su profesión. Algunos ven a los que dedican tiempo a divulgar como “vedettes” por su exposición pública en medios, o como “malos científicos” que se dedican a la divulgación en lugar de a la investigación (Barceló, 1998; Díaz, 2010). La divulgación según esta postura es un camino con resultados inversamente complementarios: disminuye la respetabilidad científica, pero aumenta la comprensión por parte de la población (Barceló, 1998), abonando la idea sobre que la ciencia es para unos pocos.

Otras posturas sostienen que los especialistas en comunicación son quienes deben dedicarse a la divulgación. Y para otros, debe hacerlo quien tiene el conocimiento conceptual, es decir, el investigador. Una tercera postura sostiene que no la debe hacer una sola persona, sino un equipo interdisciplinario compuesto por comunicadores y científicos, entre otros. Está claro que es una discusión abierta, con más de una respuesta viable y posible.

Bucchi (2008) menciona que en Francia cerca del 80% de los científicos dicen tener cierta experiencia en actividades de divulgación y Dunwoody y Scott (1982) mencionan resultados similares para los Estados Unidos de América. En el mismo sentido, uno de cada cinco artículos sobre medicina publicados en los últimos 50 años en el *Corriere della Sera* de Italia, fueron escritos por científicos o científicos médicos Bucchi (2008).

Weigold (2001) identifica como comunicadores a los periodistas, comunicadores científicos profesionales (profesionales con formación en comunicación que trabajan como voceros en organizaciones científicas, laboratorios, industriales, etc. y que a su vez pueden generar folletos, comunicaciones o algún tipo de instructivo para que los científicos de estas organizaciones tengan una efectiva relación con los medios) y científicos (por lo general los científicos tienen poca relación con el público, aunque algunos científicos “estrella” tienen una fluida relación con la prensa; en cambio, otros desarrollan proyectos de divulgación, muchas veces en solitario y sin apoyo institucional). Para este autor, existe una percepción muy arraigada entre la gente sobre las falencias comunicativas de la mayoría de los científicos, pero por otro

lado, sostiene que la mayoría de ellos quiere tomar cursos para aprender a comunicarse mejor (sobre todo con los periodistas).

Hvidfeldt Nielsen, Kjaer y Dahlgaard (2007) defienden lo postulado por el Acta de Universidades Europeas de 2003, la que plantea que las universidades deben reforzar la comunicación de la ciencia, como una obligación, similar a la que deben cumplir con investigación y docencia. Mencionan también que en un estudio realizado en Dinamarca, la mayoría de los científicos destinaría un 2% del presupuesto nacional destinado a investigación a la comunicación de la ciencia, porque quisieran que hubiera mayor variedad de actividades de este tipo (aunque la mayoría no estaría de acuerdo en comunicar los aspectos sociales y éticos en relación a la ciencia, porque tienen posturas encontradas sobre el tipo de cobertura que realizan los medios masivos de comunicación). Para estos autores, la relación de los científicos con el público ha sido tradicionalmente del tipo canónico: los científicos producen conocimiento que luego diseminan para educar, entretener y legitimizar la actividad. Ese modelo, que podríamos relacionar con el modelo de déficit, antes descrito, no los guía en cuanto al tipo de relación con el público, aunque les sirve como primera aproximación. Por último, menciona que la NAWS (*National Association of Science Writers*, Asociación americana de escritores científicos) reconoce la necesidad de contar con nuevas y útiles herramientas de evaluación, ya que todavía hay mucho por hacer e investigar sobre cómo los comunicadores perciben su tarea y su área de conocimiento.

En Argentina y otros países de Latinoamérica suelen realizarse encuestas nacionales y regionales (Mercosur, Iberoamérica, Latinoamérica) sobre la percepción pública acerca de la investigación científica, en las que, por ejemplo, se toma un tema científico como puede ser la percepción pública sobre la producción de energía nuclear (Albornoz *et al.*, 2003, 2007, 2009); se analiza cómo los medios masivos abordan los temas científicos (Massarini y Polino, 2007) o la imagen pública de la ciencia en relación a las políticas científicas (Cortassa, 2012).

También se ha indagado sobre el papel que la divulgación ha tenido en la elección de carreras científicas (Stekolschik, Draghi, Adaszko y Gallardo, 2010; Stekolschik, Gallardo y Draghi, 2007). Estos autores encontraron que la comunicación de la ciencia –independientemente de su formato o soporte– cumple

un papel importante en la elección vocacional, equiparable al rol que cumple la familia, aunque la mayor relevancia en la elección de una carrera científica la tengan los docentes de ciencias en los diversos niveles.

La divulgación científica está tomando una gran importancia en Argentina, claro ejemplo de ello son las publicaciones como la pionera *Ciencia Hoy* (se publica desde 1988), los récords de venta de la colección *Ciencia que Ladra* (desde 2002, con 53 títulos publicados y cuatro libros más previstos para el año 2012), el programa televisivo *Científicos Industria Argentina*, también con 10 años en el aire y gran cantidad de premios, que han situado a su conductor Adrián Paenza como el referente de la divulgación científica argentina, junto a Diego Golombek (director de la colección antes mencionada, *Ciencia que Ladra*). En esta línea en el año 2011, comenzaron dos carreras de posgrado en esta área: Especialización en Divulgación de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación de la Universidad Nacional de Río Negro y la Especialización en Comunicación Pública de la Ciencias y Periodismo Científico de la Universidad Nacional de Córdoba, anfitriona a su vez del Primer Congreso Internacional de Comunicación Pública de la Ciencia realizado en 2011 en el FAMAF (Córdoba, Argentina). Es auspicioso pensar que ambas carreras comenzarán a generar un cuerpo interesante de investigación en el área.

Por su parte, Sempere, Garzón-García y Rey-Rocha (2008) analizaron las razones que llevan a investigadores españoles a participar en ferias de ciencia (como la feria anual *Madrid por la Ciencia*, organizada por el CSIC, Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España) encontrando que lo hacen principalmente por el deseo de incrementar el interés y el entusiasmo por parte del público, para actuar sobre la percepción pública de la ciencia y para contribuir en la cultura científica de la población.

Su trabajo sugiere que hay diferencias en las motivaciones entre investigadores veteranos y jóvenes. Los primeros lo harían por un “sentido del deber” y su participación se limitaría a entrevistas para medios, mientras que los segundos lo hacen por satisfacción y disfrute personal y el ámbito de participación es sobre todo en explicaciones en muestras, visitas, etc., es decir, tendrían un contacto más directo con el público. Estos jóvenes científicos no consideran que

este tipo de actividades sean aburridas, por el contrario, se dedican y disfrutan de ellas, lo cual es importante tener en cuenta ya desde el inicio de la formación de profesionales porque pueden alentar a más colegas a dedicar parte de su tiempo a ellas. Esta investigación indicaría que las motivaciones de estos jóvenes investigadores seguirían la metáfora vocal del AEIOU propuesta por Burns, O'Connor y Stocklmayer (2003). Por su parte, Díaz (2010) refuerza estos postulados, diciendo que la falta de reconocimiento aleja a los científicos de la divulgación y que si bien muchos tienen una actitud positiva hacia esta actividad, a veces, no saben cómo hacerla. Este autor menciona lo dicho sobre este tema por Eudald Carbonell, co-director del yacimiento de Atapuerca, España:

Hay científicos que no tienen interés en comunicar porque piensan que a la Sociedad no le interesa y hay otros que no encuentran la manera de realizar esa comunicación (...) aprender a divulgar, permite organizar las ideas (citado por Díaz, 2010).

Esto sería muy importante para los científicos con años de trayectoria, ya que así podrían explicitar conceptualmente su conocimiento experiencial, en gran medida tácito. Sempere, Garzón-García y Rey-Rocha (2008) sostienen que la mayoría de los científicos de su país, no considera la comunicación de la ciencia como una parte básica de su trabajo y que su postura hacia ella es neutra o hasta contraria, ya que no es una tarea que luego sea tomada en cuenta para las evaluaciones o para promocionar en su carrera. Según este estudio, la mayoría reconoce no tener formación ni práctica en actividades divulgativas, aunque se consideran comunicadores competentes. Para estos científicos comunicadores, la divulgación requiere adaptar sus hábitos comunicativos hacia un público que no conocen mucho, situación que requiere de un gran esfuerzo de su parte y que, como ya se mencionó, luego no suele ser reconocido, legitimado o premiado.

Bucchi (2008) menciona que algunos estudios sobre la comunicación de la ciencia proponen una visión de ella como un continuo por el que circula el conocimiento desde las esferas científicas hasta las populares. Entender la comunicación de esta manera continuada, en donde la diferencia entre niveles es de grado, nos hace pensar que las ideas “viajarían” de un nivel al otro, sin modificarse.

Entender la comunicación de esta manera se relaciona con las posturas positivistas, concordantes con el modelo de déficit, difusionista o tradicional, antes mencionado. Este modelo de circulación del conocimiento supone un proceso de estilización del mismo. Así, el camino de la comunicación sería el siguiente:

- *Nivel intraespecialistas*: caracterizado por los artículos científicos publicados en revistas especializadas, datos y referencias experimentales, predominio de gráficos y ecuaciones.
- *Nivel interespecialistas*: incluye varios tipos de textos de los llamados “puente”, como la revista *Nature*, *Science*, *Scientific American*, *Ciencia Hoy*, *Difundiendo Saberes desde la Patagonia*, *Exactamente*, etc., dirigidas a investigadores aunque no necesariamente de la misma disciplina.
- *Nivel pedagógico* (libros de texto y manuales): textos en los que el cuerpo conceptual se presenta de manera consolidada y cerrada sin fisuras. Es decir, donde el aspecto provisional y dinámico de la ciencia es dejado de lado, para presentar conocimientos “cerrados” o “acabados”.
- *Nivel popular*: en este nivel son característicos los artículos en los medios masivos de comunicación o los documentales televisivos, en los que Cloitre y Shinn (1985) encuentran gran cantidad de imágenes metafóricas.

El modelo continuo puede seguir dos caminos que, a su vez, pueden diferenciarse por sus resultados. El formal, en el que el conocimiento aparece en los medios tradicionales y se consolida o sigue ese camino, para ir disolviéndose, y el alternativo:

- La trayectoria rutinaria que lleva el conocimiento del dominio experto al popular según el modelo de los cuatro niveles.

- La trayectoria alternativa en la que el conocimiento se desvía en uno de los primeros niveles hacia el público. Ejemplo de estos “desvíos” los encontramos en casos relacionados con los alimentos transgénicos, el Gran colisionador de hadrones –popularmente conocido como “*la máquina de Dios*” o, más lejos en el tiempo, el caso de “*La primavera silenciosa*” de Carson, donde denunció el uso del DDT y sus consecuencia medioambientales, libro que llegó al gran público (apoyado por columnas en el prestigioso periódico *New York Times*), provocando que éste se movilizara y pidiera el control del uso de este pesticida.

A pesar del papel relevante que los participantes de estas investigaciones (Hvidfeldt Nielsen, Kjaer, Kahlgaard, 2007; Sempere, Garzón García y Rey-Rocha, 2008; Rey-Rocha y Sempere, 2007) dan a la necesidad de que los científicos participen en actividades de comunicación de la ciencia, estos autores mencionan la falta de estudios existentes que analicen sus patrones comunicacionales o sus motivaciones. Por su parte, Bodmer y Wilkins (1992) declaran la necesidad de una mayor profundización y comprensión sobre cómo y por qué los científicos se involucran o no en este tipo de tareas.

Otra manera de analizar este tema es desde la responsabilidad o no de los científicos en estas tareas como deber cívico (Martínez Morales, 2008), dando lugar a toda una línea de abordaje al tema conocida como científico cívico (*civic scientist*). Estas posturas sostienen que la ciencia es un producto social y como tal, la divulgación ocuparía un lugar preponderante entre las actividades de los investigadores, quienes deben hacer llegar el conocimiento a todos los grupos y sectores sociales, valiéndose de diferentes medios en contextos formales e informales. La divulgación sería una de las tantas formas de socializar la ciencia, pero no es algo que puede obligarse a hacer a ningún científico, sino que debe surgir como una necesidad al confrontarse con la realidad. Martínez Morales (2008) reflexiona acerca de los efectos de la divulgación, que suele ser otro núcleo duro, ya que en muchas de estas actividades divulgativas no tienen un resultado mensurable de manera inmediata o visible, tampoco son comunes las evaluaciones que midan su efectividad. Los resultados pueden ser limitados o profundos, inmediatos o a

mediano/largo plazo. Este autor concluye postulando la necesidad de una divulgación de lo que él denomina del tipo 2: las formas en que la ciencia y la técnica pueden articularse en un proyecto de transformación social. Un ejemplo de esta postura es la de Javier Armentía, director del Planetario de Pamplona:

el reto está en pasar de la información a la reflexión (...) se ha claudicado y se ha dejado la ciencia como algo que hacen los científicos (Díaz, 2010).

Queda claro que, como lo plantea la mayoría de los autores, la divulgación es un tema que debería contar con más investigación para así orientar maneras de comunicar que reduzcan la brecha existente entre científicos y público, entre Ciencia y Sociedad, entre discurso científico y discurso coloquial, entre comunicación y comprensión.

La Sociedad del Conocimiento o de la Información se caracteriza, entre otras cosas, por una mayor presencia y circulación de conocimiento científico, multiplicándose los proyectos de transmisión de ese tipo de conocimiento, un poco gracias a las nuevas tecnologías disponibles para tal fin y en respuesta a esa demanda creciente. Más allá de las competencias necesarias para manejarse exitosamente en esta Sociedad de la Información y del Conocimiento, nos preguntamos: ¿en qué radica la diferencia respecto a los diferentes posicionamientos observados en los proyectos y resultados de divulgación científica? Aquellos que la llevan adelante, ¿le imprimen características propias de acuerdo a sus concepciones acerca del conocimiento y sobre cómo se adquiere y se transmite?

En el próximo capítulo presentaremos las líneas de investigación actuales sobre el Aprendizaje y las metodologías con que se aborda el estudio de estas temáticas, así como cuáles de ellas han sido seleccionadas por nosotros para llevar adelante la presente investigación.





## **CAPÍTULO 3**

### **APRENDER Y ENSEÑAR PARA DIVULGAR**

#### **Investigaciones sobre representaciones y su relación con las prácticas**

En este capítulo presentaremos las investigaciones que orientaron nuestra mirada sobre el fenómeno de la divulgación de la ciencia desde una perspectiva educativa. Sostenemos que la divulgación de la ciencia tiene una fuerte intención instructiva en tanto busca transmitir conocimientos, desconocidos o nuevos para los destinatarios, o bien conocidos desde otros enfoques, propósitos, lenguajes y/ o niveles de complejidad. Por lo tanto, las investigaciones sobre la adquisición y transmisión del conocimiento, en especial del conocimiento científico, nos serán de gran utilidad para guiar nuestra comprensión sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En las últimas décadas podemos apreciar un crecimiento constante y sostenido en cuanto a proyectos de divulgación por parte de las instituciones científicas, en las que los científicos se involucran desde una doble posición: además de su función instituida como productores de conocimiento, como comunicadores. Este acompañamiento en la demanda de alfabetización científica por parte de la Sociedad, está en sintonía con la creciente valoración del *aprendizaje a lo largo de la vida* (Martín, 1999; Tynjälä, 1999) o *aprendizaje continuado* (Pozo, 1996) ya iniciada en tiempos de la revolución industrial, pero más evidente en la actualidad gracias a las nuevas tecnologías y recursos disponibles, que permiten una mayor horizontalidad y ramificación en la circulación del conocimiento, además de los avances en la comprensión de los procesos cognitivos de los aprendices en distintos niveles evolutivos y educativos.

Como decíamos, la gran mayoría de los proyectos de divulgación o comunicación de la ciencia tienen como objetivo hacer accesible el conocimiento científico a sectores más amplios de la sociedad y personas no especializadas en general; es decir, asumen un papel activo en la transferencia de conocimiento. Sin embargo, las actividades relacionadas con la divulgación científica suelen suponer

algunas dificultades para los científicos, así como para el público llegar a ella, interesarse y comprenderla, tal como planteamos en el Capítulo 2. Vivimos en una paradoja, según Pozo (2002) ya que por un lado ésta es la época en la que se invierten los mayores recursos y esfuerzos por acercar la ciencia a la mayor cantidad posible de ciudadanos (museos, divulgación científica, recursos multimedia, documentales televisivos o en *Youtube* y hasta canales exclusivos de temas científicos como el recientemente creado *Tecnópolis TV* en Alta Definición, en Argentina), pero por otro lado, nunca antes ha sido tan fuerte la sensación de fracaso respecto a la educación científica o el conocimiento científico que esos ciudadanos tienen o alcanzan. Creemos que algunas perspectivas actuales de la Psicología Cognitiva, que sostienen que las actividades de producción y comprensión realizadas por las personas están mediadas por sus concepciones de carácter relativamente implícito acerca de cuestiones relacionadas, pueden brindar claves interesantes para entender esta paradoja. A ello dedicamos este capítulo, en el que presentaremos algunas investigaciones que abordan la adquisición de conocimientos, el cambio conceptual y las teorías implícitas de aprendizaje y su relación con la divulgación científica.

### **3.1. Adquisición de conocimientos**

A partir de las investigaciones revolucionarias de Piaget (1923, 1964), Piaget e Inhelder (1969), y también de Vygotsky (décadas de 1920 y 1930, aunque Occidente accedería a sus textos varios años después), surgen a mediados del siglo pasado los enfoques constructivistas en la Psicología, que se focalizan en los *procesos mentales*, y comienza a entenderse el aprendizaje y la enseñanza de una manera radicalmente distinta a como lo hacían las posturas conductistas (Baquero, 2006; Carretero y Castorina, 2012; Castorina, Fernández y Lenzi, 1984). El centro de estas investigaciones cognitivas, y en particular constructivistas, es el estudio de cómo funcionan y cuál es el papel de las representaciones mentales en la adquisición y transmisión del conocimiento.

Una de las líneas surgidas a partir de estos cambios de visión sostiene que el ser humano se enfrenta a diario con situaciones en las que debe adquirir cierto tipo de información, para lo que activa mecanismos y procesos básicos de atención, registro, establecimiento de relaciones y recuperación, entre otros. Para ello, cuenta

con dos tipos de aprendizaje: el asociativo o adaptativo, que comparte con el resto de los animales, y el constructivo, que es propio de la especie. Ambos sistemas de aprendizaje son complementarios (Pozo, 1996), siendo necesario el primero para que surja el segundo. Los procesos cognitivos implicados en ambos permitirían la ampliación de la capacidad funcional de la memoria, a través de un sistema integrador de interrelación entre esos procesos. Es decir, aprender implica la reestructuración del sistema cognitivo: “Aprender requiere movilizar ese sistema cognitivo mediante múltiples procesos que van más allá de los mecanismos de adquisición y cambio en nuestros conocimientos” (Pozo, 1996, pág. 172).

Un enfoque predominante en la Psicología Cognitiva contemporánea considera que estos mecanismos y procesos, así como las representaciones mentales así establecidas o generadas, se organizan por dominios o “conjuntos de sucesos o contextos que procesamos de acuerdo con las mismas restricciones o principios” (Pozo, 2003, ver también Chi, Slotta y Leeuw, 1994).

El sistema cognitivo, tanto en animales no humanos como en humanos, construye representaciones del mundo para volverlo predecible y controlable. Pero el sistema cognitivo humano es particularmente complejo, ya que permite, entre otras cuestiones, la organización de las representaciones en sistemas, llevar a cabo varias acciones que pueden operar en simultáneo y poder metarepresentarse o pensarse a sí mismo de manera metacognitiva (Pozo, 2002). Esas representaciones no se manifiestan en su totalidad en la conducta.

Según sostiene Pozo (2001), el ser humano puede convertir sus representaciones en conocimiento explícito. Representación implica codificación de la información en la memoria como un sustituto del evento representado, en tanto que conocimiento implica además la adopción de una actitud proposicional hacia ella. Sostiene Pozo (2003):

Los conocimientos que cada uno de nosotros adquirimos reformatean de algún modo nuestra mente haciéndola sin duda distinta a la mente no sólo de nuestros primos los primates sino incluso de nuestros propios antepasados. Las formas de aprendizaje explícito, apoyadas en la cultura y en la instrucción, nos diferencian así del funcionamiento

de otros sistemas cognitivos, haciendo posible no sólo el conocimiento, sino también su adquisición y transmisión. El conocimiento no sólo requiere hacer explícitas las representaciones, sino que a su vez esa explicitación se apoya en sistemas externos de representación que hacen posible transmitir y adquirir esos conocimientos (pág. 18).

Los procesos cognitivos están interrelacionados y el aprendizaje –tanto asociativo como constructivo– en lugar de sustituir un concepto, idea o conducta, lo integra a una nueva estructura de conocimiento. Cada uno de esos componentes tiene distintos niveles de explicitación. Según postulan Dienes y Perner (1999) contamos con una jerarquía representacional de tres niveles: objeto, actitud y agente. Según este esquema, lo más fácil de explicitar es el contenido u objeto de la representación (las propiedades del objeto: qué y cómo es); luego la actitud proposicional hacia ese objeto, es decir, el posicionamiento epistémico hacia ese contenido (cómo se accedió a ese conocimiento y qué certezas se tienen al respecto); y, por último, el sentido de la persona o identidad respecto a esa actitud (qué significa para la persona, los cambios de significación registrados en la propia historia), lo que se denomina la agencialidad (Pozo, 2001). La explicitación es un proceso gradual, por lo que en cada conocimiento podemos encontrar componentes tanto implícitos como explícitos. Pero, en sentido estricto, hablaríamos de conocimiento sólo cuando encontramos una actitud proposicional, es decir cuando nos posicionamos frente a las representaciones.

Las representaciones pueden versar sobre el mundo físico, psicológico o social, organizándose en teorías implícitas (como desarrollaremos en el próximo apartado). Encontramos así que contamos con, por ejemplo, una Física o una Psicología implícitas, diferentes a las teorías científicas de ambos dominios. Las teorías implícitas fueron definidas por Rodrigo (1985; p. 146) como “el conjunto de conocimientos desarrollados por el hombre de la calle en su intento por comprender la realidad social, poder anticipar el futuro, y planificar su comportamiento”.

Para Karmilloff-Smith (1992) existirían cuatro niveles de explicitación, denominados  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  y  $E_4$ . En el nivel  $E_1$  –de carácter implícito–, las representaciones surgen como respuestas al medio y son específicas a dominios de

conocimiento, es decir, no son generales; no son accesibles a la conciencia y se encuentran en un nivel sub-simbólico. En el nivel  $E_2$  existe la posibilidad de explicitación primaria, lo que significa que aún no son accesibles para el sujeto, a pesar de ser una generalización y simbolización de los componentes del nivel anterior. Este nivel no es verbalizable. El nivel  $E_3$  supone una explicitación más compleja, secundaria o verbalizable, en la que encontramos interrelación entre las representaciones de los distintos sistemas. La diferencia entre  $E_2$  y  $E_3$  estaría sobre todo en el tipo de representación: mientras unas podrían ser de naturaleza cenestésica, espacial, etc., las otras habrían sido codificadas de manera lingüística (Pozo, 2003a). Por último, el nivel  $E_4$  es el que permite la explicitación verbal, o terciaria. Este último es un nivel de representación personal, al que el propio sujeto tiene acceso. El paso de un nivel a otro, según esta autora, se da por un proceso de Redescripción Representacional (RR), que permite la creación de relaciones intra e interdominios.

A partir de la expansión de investigaciones en esta línea, comenzaron a producirse cambios en la manera de entender el proceso de enseñanza-aprendizaje y en cuestiones aún más generales como la naturaleza del conocimiento y su funcionalidad.

### **3.2. El enfoque de las teorías implícitas en la adquisición del conocimiento por parte de los aprendices**

En las últimas décadas la investigación sobre la adquisición de conocimiento ha cobrado especial importancia principalmente por los escasos logros obtenidos en el aprendizaje académico de determinados dominios, especialmente en las llamadas “ciencias duras”. Una de las explicaciones dadas ante este fracaso ha sido que los alumnos cuentan con conocimientos previos que son incompatibles con el conocimiento sostenido por la ciencia, una ciencia intuitiva versus la ciencia académica. Esta situación promovió que la educación científica centrara sus esfuerzos en el llamado cambio conceptual que hiciera abandonar a los alumnos sus ideas erróneas o *misconceptions* por las correctas o aceptadas por la ciencia. Este camino tampoco dio resultados satisfactorios, ya que investigaciones posteriores mostraron que en muchas ocasiones esas ideas previas se mantenían o recuperaban en múltiples contextos.

En este intento de comprender cómo es que adquirimos conocimiento, surgen los conceptos de *ideas previas*, *teorías implícitas*, y *cambio conceptual*, que abordan esta temática desde una perspectiva que permite entender mejor y explicar no solo el aprendizaje, sino el por qué de muchos de los fracasos escolares, sobre todo en determinados dominios del conocimiento, como el de la educación científica:

Las concepciones alternativas, construidas espontáneamente por individuos que no son expertos, ponen de manifiesto la necesidad de los sujetos de generar explicaciones con el objetivo de interpretar y actuar en la realidad. Y, en último término, indican el sentido último del conocimiento: su uso. (Rodríguez Moneo, 2000; pág. 5).

Los trabajos sobre las ideas previas, teorías implícitas, concepciones alternativas, teorías personales, etc. (según la denominación de algunos de los diferentes enfoques) producidos desde los años 70 han sido muy numerosos y se han desarrollado líneas de análisis que abordan la temática desde diferentes puntos de vista (Pozo *et al.*, 2006), las que se han orientado principalmente en tres direcciones:

- Investigaciones centradas en el cuerpo conceptual de cada disciplina, como por ejemplo química, física, biología, matemáticas, historia, etc.
- Investigaciones que proceden del llamado enfoque del sujeto centradas en la funcionalidad y la construcción de las estas nociones implícitas o alternativas.
- Investigaciones que se enfocaron en el grado de ajuste que las ideas de las personas presentan con las concepciones científicas (el grado de error que reflejan en relación con el conocimiento científico, cuánto se acercaban, se alejaban o las deformaban).

Estos estudios significan un avance en la comprensión de los procesos relacionados con la enseñanza-aprendizaje y en la mejora de las prácticas educativas. A pesar de ello, aún es mucho lo que hay por investigar y sobre todo

hacer para vencer la falta de aplicación en las aulas o la falta de un criterio común en cuanto a la representaciones que subyacen a estas ideas, lo que influye en el análisis de las transformaciones que se dan o se buscan generar con las diversas prácticas (Rodríguez Moneo, 2000).

La nueva mirada instaló una idea fundamental: comprendemos en función de lo que ya sabemos o de los conocimientos que forman parte de nuestra memoria, los que se activan frente a un nuevo conocimiento según relaciones y conexiones entre sí. Se afirma, entonces, que la nueva información se interpreta mediada por el conocimiento previo existente y por el contexto. Para Pozo (2001, 2003) las teorías personales derivan de nuestra visión epistemológica, “encarnada” en la cultura.

Esos *conocimientos previos* suelen estar organizados en forma de teorías implícitas, que favorecen u obstaculizan la adquisición de nuevos conocimientos según su nivel de explicitación. Limón y Carretero (1996) los caracterizan por medio de una serie de particularidades referidas a su construcción, naturaleza o estructura: son específicos de dominio y pueden identificarse en relación a una tarea o contexto; suelen ser parte del conocimiento implícito y ser personales de cada sujeto; cuentan con grados de especificidad y generalidad diferenciados, algunos generales y otros más específicos; son altamente resistentes al cambio y cuentan con un grado de coherencia variable –mientras algunos son menos sólidos y otros son modelos mentales explicativos, complejos, integrados y coherentes–.

La noción de concepción es más amplia que la de conocimiento previo, instalando la idea que se trata de formas personales de significar un problema u objeto, sin asumir su carácter de suplantable. Se asemeja a la idea de conocimiento previo en cuanto que otorga un status de conocimiento organizador y dotador de significado a sus objetos, aunque no coincida con el conocimiento científico. Pero a diferencia de la noción de conocimiento previo, la de concepción no asume que se trata de un conocimiento cuyo destino lineal es ser desestimado. Las concepciones son representaciones complejas, que se manifiestan de diferente manera según el contexto y se organizan en conjunto de principios o modelos mentales que inciden en el tipo de respuestas y la manera de interpretar el mundo que nos rodea (Pozo *et al.*, 2006; Rodrigo y Correa, 1999). Tal como se plantea para los llamados conocimientos previos, las concepciones no son ideas aisladas, sino que configuran

una suerte de teorías que imponen restricciones al accionar en el mundo y que se manifiestan con coherencias y consistencias variables según el contexto, situación o circunstancia (Pérez Echeverría *et al.*, 2001; Pérez Echeverría *et al.*, 2006; Pozo y Scheuer, 1999; Pozo y Gómez Crespo, 1998; Schraw y Bruning, 1996).

### **3.3. La transformación de conocimientos en dominios específicos**

Los sistemas cognitivos son los que tienen la posibilidad de aprender, ya que eso implicaría la posibilidad de modificar las representaciones sobre el mundo, las que están cargadas de contenido, es decir, son representaciones de carácter semántico, además de sintáctico (Pozo, 2001). Aprender implica una reestructuración del sistema cognitivo, es decir, que se producirá un cambio conceptual que redefinirá las concepciones que posee el sujeto. Esas concepciones o conocimientos previos, supondrán a su vez, el principal obstáculo para que se dé ese cambio conceptual.

Uno de los trabajos pioneros, sobre los que se basaron la mayoría de los que analizan el denominado Cambio Conceptual, es el de Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982), quienes sostenían que el aprendizaje se da por interacción entre la nueva información y las ideas previas. Según estos autores, se partiría de una situación de equilibrio inicial que se ve alterado por una situación o conocimiento que rompe ese equilibrio, que se reestablece al asumir la nueva teoría o concepción. Para favorecer el cambio conceptual, bastaría con identificar esas concepciones iniciales o implícitas, que suelen ser robustas y resistentes al cambio frente a las concepciones científicas.

Otro de los primeros trabajos en este campo fue el de Thagard (1992) quien propone un recorrido con una serie de etapas por las que se debe pasar para lograr los procesos de cambio: revisión de las ideas, reorganización y modificación de la estructura conceptual, revisión de los conocimientos y reestructuración del sistema de conocimientos relacionados con un dominio determinado.

Por su parte Chi (1992; 2008) y Chi, Slotta y de Leeuw, (1994) el cambio siempre implica la modificación de la concepción existente y la reasignación de la categoría ontológica. El cambio puede ser más profundo que el nivel conceptual, pudiendo incluir categorías explicativas, categorías basadas en principios, sistemas



de conocimientos o conceptos dinámicos. Los errores de categorización serían los responsables de la robustez y resistencia al cambio de las ideas previas, (Chi, 2008).

Para Vosniadou (1994, 2008) habría cambio conceptual cuando se producen cambios estructurales ya sea por enriquecimiento o por revisión del sistema. Para esta autora, contamos con una teoría-marco, que integran e interrelacionan nuestras concepciones, a diferencia de DiSessa (1993) para quien las concepciones están organizadas por piezas dispersas, sin una coherencia que las relacione, como veremos más adelante.

Estos modelos proponen que el cambio conceptual se produce gracias a un mecanismo de conflicto cognitivo en el individuo en el que la toma de conciencia es importante para lograr la reestructuración esas concepciones. Estos modelos, sin embargo, no le dan un papel de importancia al contexto.

No todos los planteos teóricos llevan a cambios del mismo tipo o entienden el cambio conceptual de la misma manera, sino que unos lo explican como mudanzas más superficiales y otros más radicales o profundos. Estos distintos grados o niveles explicarían las diferentes respuestas frente a dominios, demandas o contextos diversos. Algunas líneas plantean el cambio conceptual como enriquecimiento, en el que se suma información a la existente o se rellenan los espacios vacíos. Otras, en cambio, plantean el cambio como modificación o reestructuración, a partir de un conflicto con el conocimiento previo (Carey y Spelke, 1996; Castorina, 2006; Chi, 2008).

Rodriguez Moneo (2000) propone clasificar las investigaciones sobre cambio conceptual en tres grupos:

- *Modelos fríos*: en los que el cambio se da a nivel declarativo, desvinculados de elementos afectivos. Existen a su vez, varios sub-modelos, entre los que está el propuesto por Posner *et al.* en 1982, basado en el proceso de cambio conceptual producido en la historia de la ciencia o los modelos neoinnatistas o nativistas (p. ej., Carey y Spelke, 1994; Vosniadou, 1994), en los que “se destaca el efecto de una serie de predisposiciones iniciales con las que cuentan los sujetos”. También entre los fríos, encontramos los modelos

metacognitivos, centrados en el papel del control de los propios procesos de cognitivos (metacognición) y del conocimiento sobre la naturaleza del conocimiento que se adquiere (metaconocimiento) y los modelos centrados en la pericia (Chi, 1992).

- *Modelos experienciales o situados*: rescatan el componente procedimental, tan descuidado en los modelos fríos y, sin embargo, tan relevante en el proceso de aprendizaje y en el cambio conceptual. El conocimiento se manifiesta en un determinado contexto.
- *Modelos calientes*: explican el cambio teniendo en cuenta los procesos motivacionales y afectivos involucrados en el mismo.

Si bien todavía el concepto de cambio conceptual debe seguir siendo analizado para explicar, entre otras cuestiones, cómo surge la novedad (Castorina, 2006), la idea más aceptada es la de que la adquisición de conocimiento, implica una “reasignación de una noción a una distinta categoría ontológica” (Castorina, 2006, pág. 131) antes que una revisión de teorías.

Pozo (2007) menciona al menos tres dimensiones en las que encontramos distintos tipos de cambio conceptual: naturaleza, procesos y dominios del cambio.

*Naturaleza del cambio conceptual*: Ésta puede ser epistemológica, evolutiva o instruccional. El supuesto paralelismo entre la evolución histórica de la ciencia y su enseñanza-aprendizaje es cuestionado por responder a naturalezas y objetivos distintos, como es la génesis cultural y científica de los saberes y su distribución social por medio de la instrucción. La diferencia con el cambio conceptual desde el punto de vista evolutivo es más difícil de separar dado que la mente humana, con su capacidad de adaptación, e instrucción están fuertemente entrelazadas.

*Procesos del cambio conceptual*: Algunos autores hablan de cambio débil y cambio fuerte (Carey, 1985). Pozo entiende que hay una complejidad creciente en los procesos que irían de un crecimiento de la cantidad de conocimientos, pasando por un ajuste de los mismos, hasta un nivel más radical de reestructuración. “Es la posibilidad de reestructurar o no el funcionamiento mental en un dominio dado lo

que convierte al cambio conceptual en un problema relevante tanto desde el punto de vista teórico como de intervención educativa” (Pozo, 2007).

*Dominios del cambio conceptual:* Los procesos de adquisición y cambio del conocimiento dependen del dominio en cuestión. Este es un giro realmente importante en el tema, ya que considera pueden coexistir distintos modelos, por ejemplo, de dominio general y de dominio específico.

Actualmente el cambio conceptual de esas teorías implícitas, altamente eficaces en el uso cotidiano, se plantea en términos de cambio representacional en el que se lleva a cabo una integración jerárquica de las representaciones existentes, las que son reorganizadas en función de la consideración de nuevos conceptos y relaciones. La integración jerárquica explicaría la coexistencia en un mismo sujeto de representaciones de diferente nivel sobre un mismo fenómeno, según su contexto de utilización. Las representaciones pueden encontrarse en diferentes niveles de complejidad cognitiva. El nivel más superficial, de respuestas eminentemente situacionales, está caracterizado por creencias, actitudes y formas de solución de problemas. Este nivel se apoyaría en un segundo nivel, de carácter más general, constituido por las teorías de dominio.

Otro enfoque que aporta a captar la transformación del conocimiento es el de novatos y expertos. Vosniadou (1994) sostiene que la diferencia entre expertos y novatos no está en cómo se estructura el conocimiento previo, sino en las concepciones ontológicas y epistemológicas sobre las que se basan las ideas de unos y otros. Enfatiza también el conocimiento por dominios y sostiene que en el sujeto experto, las creencias son sometidas a análisis y cuenta con una amplia conciencia metaconceptual, lo que no ocurre en el novato.

DiSessa (1993; 2008) y DiSessa, Gillespie y Esterlyb (2004) sostienen que el conocimiento inexperto o ingenuo se adquiere a partir de la interacción diaria con el mundo y sus elementos, que luego de muchos encuentros y otras tantas observaciones, llevan al novato hacia la abstracción de sus características y propiedades. El cambio conceptual ocurre así, produciendo un conocimiento en piezas (*knowledge in pieces*) o armado en esquemas a partir de las abstracciones de las situaciones comunes. Estos esquemas o concepciones intuitivas así entendidas

podrían explicar muchas de las llamadas “*misconceptions*” o ideas previas, fuertemente arraigadas, difíciles de modificar y que podrían perturbar el aprendizaje científico explícito.

Tynjälä (1999) destaca las habilidades de selección, adquisición y uso de la información por parte de los expertos en un dominio específico. Estas habilidades serían necesarias en una realidad que muta constantemente, ya que les permitiría a los expertos un proceso continuo de construcción y reconstrucción constante (*long life learning*). Reconocemos al experto por su pensamiento crítico, trabajo en equipo, manejo de estrategias comunicativas y manejo de la información. Para Tynjälä lo central en el experto es el poder explicitar lo implícito y facilitar caminos de transformación del conocimiento. Entiende que el conocimiento experto tiene tres elementos:

- conocimiento formal, declarativo, explícito y universal
- conocimiento práctico, procedimental, más tácito, intuitivo y personal
- auto-conocimiento, caracterizado por capacidades reflexivas y metacognitivas de control y evaluación

El de Tynjälä es un excelente resumen que define y caracteriza al sujeto experto como buen conocedor, hacedor y autoevaluador de su proceso de adquisición y su uso del conocimiento. Estamos pues, ante un sujeto activo y constructivo (Martínez Fernández, 2004, pág. 15).

### **3.4. Las Teorías Implícitas del Aprendizaje y la Enseñanza**

En las últimas dos décadas se ha propuesto que también las representaciones sobre el aprendizaje se organizan como teorías implícitas de dominio (Coll y Remesal, 2009; Pérez Echeverría *et al.*, 2001; Pozo *et al.*, 2006; Strauss y Shilony, 1994). Ese enfoque, el de las Teorías Implícitas de la Enseñanza y el Aprendizaje, es el que adoptamos en esta Tesis Doctoral. Las representaciones implícitas acerca del aprendizaje y la enseñanza son complejas y se manifiestan de distinta manera según la metodología de acceso a ellas: la forma de indagación, el contexto y el contenido o las demandas. Según Pérez Echeverría, Mateos, Scheuer y Martín

(2006), pensar esas representaciones como teorías implícitas de aprendizaje y enseñanza, supone entenderlas como “un conjunto de principios que restringen tanto nuestra forma de afrontar como la de interpretar o atender las distintas situaciones de enseñanza–aprendizaje, a las que nos enfrentamos” (pág. 79). Estas teorías no son accesibles en estado “puro”, sino necesariamente mediadas por sus productos o prácticas de aprendizaje o enseñanza, o de las narraciones, anticipaciones, valoraciones o explicaciones sobre tales productos y prácticas.

Según este enfoque, la mayoría de las personas tienen creencias o teorías sobre lo que es aprender y enseñar, o lo que podemos llamar una Psicología intuitiva –así como también contamos con una Física intuitiva–. Pero, ¿cómo se generan esas concepciones de las que, la mayoría de las veces, no somos conscientes?

En un principio, las teorías implícitas de origen sensorial, cultural o específicamente escolar (Pozo y Gómez Crespo, 1998), se formarían como respuestas adaptativas y eficaces al medio y luego, por reproducción de los modelos culturales respecto a las maneras de entender el aprendizaje y la enseñanza (Pozo, 1996; Pozo 2003). Nos convertimos así en herederos de las *culturas del aprendizaje*, entendidas como “formas culturales de entender el aprendizaje profundamente arraigadas en nuestra mentalidad” (Pozo, 2006, pág. 34).

Rodrigo, Rodríguez y Marrero (1993) en su obra dedicada a las teorías implícitas (aunque no específicamente aquellas relativas a los procesos de aprendizaje y enseñanza), señalan que una de las principales cuestiones que debemos tener en claro es el origen de éstas. Algunas corrientes sostienen que tienen un origen individual, pero estos autores defienden su origen dual:

El sujeto construye el conocimiento a partir de su interacción con el entorno físico y social. Sin embargo, el producto elaborado dependerá sobre todo del desarrollo de sus capacidades cognitivas (Rodrigo, Rodríguez y Marrero, 1993, pág. 33).

La perspectiva cultural entiende que las representaciones son un fenómeno con un origen social-cultural, dando cierta uniformidad en ideas, palabras, imágenes y percepciones a los sujetos de un mismo grupo cultural. Nosotros

adherimos a la postura de estos autores (Rodrigo, Rodríguez y Marrero, 1993) que sostienen que “las teorías implícitas son construcciones personales realizadas a partir de experiencias que en su mayor parte son sociales y culturales” (pág. 50). Es decir, el individuo construye sus representaciones siendo parte de determinados grupos y clases sociales, que las configuran. En palabras de Rodrigo, Rodríguez y Marrero:

Las teorías implícitas se consideran, pues, representaciones individuales basadas en experiencias sociales y culturales. (...) Las experiencias pueden tener una naturaleza diversa:

- Experiencias directas de conocimiento del objeto o compartidas con otros en situaciones de la vida diaria.
- Experiencias vicarias obtenidas por medio de la observación de otros.
- Experiencias simbólicas canalizadas lingüísticamente, por ejemplo, por medio de lecturas, conversaciones, asistencia a charlas, etc. (1993, pág. 52).

El origen individual/social de las representaciones no significa que cada cultura imprima de manera rígida determinados comportamientos, sino que brinda marcos de interpretación de la realidad que guían las conductas y construcciones de cada individuo. Es por ello que las teorías implícitas no se transmiten sino que se construyen en el seno de los grupos sociales. Estos autores proponen llamar “socioconstructivismo” a este proceso.

Estas teorías tan funcionales en diversos contextos, pueden resultar un obstáculo o una traba en otros. Al estar tan incorporadas en nuestra cotidianeidad, la mayoría de las veces no nos damos cuenta de que están ahí y sólo cuando surge una dificultad nos hacemos conscientes de ellas: al enfrentarnos a culturas diferentes o dificultades de determinados aprendizajes. Estas *culturas de aprendizaje* o andamiaje cultural (Tomasello, Kruger y Ratner, 1993) serían una de las particularidades que nos caracterizan como humanos, a través de la capacidad de darnos cuenta de lo que sabemos y de lo que no sabemos, así como imaginarnos

lo que otros saben y/o ignoran y el hecho de poder compartir estas representaciones es lo que nos hace únicos (Pozo, 2001). Pero estas capacidades que nos permiten destacarnos y diferenciarnos, pueden también imponer restricciones al aprendizaje. Y para superar esas restricciones, hace falta llevar a cabo un proceso de revisión de los contenidos y formas de aprender o redescritción representacional (Karmiloff-Smith, 1992; Pozo, 2003, 2006).

Es por ello que el “carácter implícito de las representaciones que subyacen a buena parte de las concepciones nos ayudará a entender algunos rasgos esenciales y a concebir el cambio de esas representaciones sobre el aprendizaje y la enseñanza como un proceso de cambio conceptual (...) o cambio representacional” (Pozo, Scheuer, Mateos y Pérez Echeverría, 2006, pág. 95). Según estos autores, las teorías implícitas del aprendizaje nos permitirán entender las explicaciones, anticipaciones, valoraciones y juicios en relación a la enseñanza y el aprendizaje, así como sus propias prácticas. Proponen analizar las teorías implícitas según tres componentes principales: condiciones, procesos y resultados.

Las condiciones responden a aspectos dados en los participantes, como puede ser la edad, los materiales, el contexto cultural, afectivos y motivacional, etc. Los procesos, por su parte, corresponden a las acciones manifiestas y mentales necesarias para aprender. Y los resultados al logro de la acción de enseñar o aprender.

Las principales teorías implícitas sobre el aprendizaje han sido clasificadas como Teoría Directa, Teoría Interpretativa, y Teoría Constructiva. Los autores que cuentan con un cuerpo de investigaciones importantes respecto a su análisis (Bautista, 2009; Mateos, Martín y Villalón, 2006; Martín *et al.*, 2006; de la Cruz, Scheuer, Huarte, 2006; Pecharroman y Pozo, 2006; Pérez Echeverría, 2001; Pozo *et al.*, 2006; Pozo y Scheuer, 1999; entre otros) sostienen la existencia de una cuarta teoría, la Teoría Posmoderna, caracterizada por un extremo relativismo resumible en la frase de “vale todo”. Estimamos que dado su bajo grado de entidad teórica y conceptual y escasa presencia en adultos (Bautista, 2009) no encontraremos ejemplos de esta postura en la población estudiada, por lo que no la incluimos en esta revisión.

Las teorías Directa, Interpretativa y Constructiva, presentan un grado de sofisticación creciente y pueden detectarse claramente en diferentes grupos etarios y grupos sociales. Las ubicamos en un continuo desde un polo implícito (en las que ubicaríamos a las Teorías Directa e Interpretativa) hacia uno explícito (en que encontraríamos la Teoría Constructiva, caracterizada por ser sofisticada y compleja). Cada una de ellas, se basa en supuestos epistemológicos, ontológicos y conceptuales diferentes que detallamos a continuación.

### *La Teoría Directa*

Es ésta la más básica de las tres, ya que se basa en el supuesto epistemológico del Dualismo o Realismo ingenuo: el conocimiento debe corresponderse directamente con la realidad, es verdadero o falso. De acuerdo a esta teoría, característica de los niños pequeños, pero también reconocible en formas residuales en alumnos mayores e incluso en profesores, la realidad es una entidad independiente, concreta, capaz de ser conocida. Por lo tanto, hay una correspondencia directa entre los datos o hechos presentes en las condiciones de aprendizaje y los resultados alcanzados: el aprendizaje es un estado por el cual se copia fielmente la realidad. La copia puede ser total o parcial, esta última explicaría los “malos” aprendizajes. Esta postura se basa en el supuesto epistemológico del dualismo, en el supuesto ontológico que considera que los objetos de aprendizaje son hechos y datos, y en el supuesto conceptual que entiende el aprendizaje como un producto. Para esta teoría, en sus versiones más extremas, las capacidades cognitivas se entienden como dones naturales que marcan las diferencias entre los diferentes tipos de aprendizaje (se tienen o no se tienen), sin influencia del contexto ni en relación a determinados procesos. En versiones más sofisticadas, se pueden entender los resultados en función de las condiciones diferentes que obstaculizan o facilitan la llegada los resultados de todo o nada. Otra manera de entender el aprendizaje, complementaria a ésta, es la de entender el aprendizaje como un fenómeno acumulativo. Enseñar y aprender es exponer al aprendiz al modelo.



### *La Teoría Interpretativa*

Esta teoría es una evolución de la anterior, ya que se entienden ubicadas en un continuo evolutivo. La Teoría Interpretativa es reconocible en alumnos y profesores de diversos niveles educativos. Al igual que la Teoría Directa asume que el objetivo del aprendizaje es lograr una copia fiel de la realidad, pero da al aprendiz un papel mediador activo e imprescindible. Es por ello que entiende que la copia puede no ser exacta, porque los procesos psicológicos del sujeto podrían estar interfiriendo o distorsionando (por ejemplo, los sesgos de razonamiento) o no estar operando (por ejemplo, los procesos atencionales). Esta teoría está basada en el supuesto epistemológico del Objetivismo que asume que el objeto de aprendizaje es uno solo, pero admite diferentes interpretaciones por factores como la motivación, desarrollo evolutivo, etc. (es decir, el Objetivismo interpretativo). Desde el supuesto ontológico, supone que el aprendizaje está mediado por procesos que sostienen o interfieren en una copia fiel del objeto de aprendizaje y conceptualmente, asume un esquema explicativo basado en la causalidad lineal: si los modelos o fuentes son correctos y los procesos operan de forma adecuada, se alcanzarán “buenos” resultados.

### *La Teoría Constructiva*

Para esta teoría el conocimiento es considerado una construcción multidimensional, un sistema de relaciones, en el que la comprensión es entendida como el resultado del interjuego entre sujeto, contexto y objeto, con un peso importante en los procesos de autorregulación o metacognitivos (Mateos, 2001). Los supuestos epistemológicos del constructivismo, entienden que el objeto siempre será modificado al querer aprenderlo, porque debe ser incorporado en una red conceptual preexistente y al mismo tiempo, supone una modificación del sujeto. Ontológicamente, el aprendizaje es considerado un sistema de relaciones y, conceptualmente, un modelo construido por la interacción de ese sujeto con ese conocimiento, en ese contexto. Aunque no todas las construcciones tengan la misma fuerza explicativa, ni sean teóricamente de igual valor, ya que existen

conocimientos más sólidos argumentativamente que otros, según criterios de fiabilidad y validez y con una mayor potencia predictiva y explicativa.

El mecanismo por el que se llega a posturas constructivistas es complejo y es entendido en términos de cambio representacional, el cual a través de procesos de reestructuración logra la integración jerárquica de los sistemas de conocimiento. A partir de las primeras representaciones implícitas, por medio de explicitaciones y reorganizaciones sucesivas se llega a nuevas formas de conocimiento incompatibles con aquellas. Este cambio radical de las estructuras conceptuales intuitivas (o lo que entendemos por conocimiento cotidiano, por ejemplo) lleva a una reestructuración jerárquica. Es decir, no se eliminan esas formas de conocimiento más básicas, por ser altamente eficaces en contextos cotidianos o de reacción mecánica, pero quedan integradas y subsumidas a sistemas más complejos:

Pero hacer explícitas las representaciones implícitas no es suficiente para cambiarlas; ni siquiera conocer una representación explícita más eficaz para ese contexto asegura su uso práctico y la superación de las representaciones implícitas. De hecho, los resultados a esos intentos han sido más bien frustrantes (...) en los estudios de cambio conceptual en el aprendizaje de la ciencia, pero posiblemente generalizables a otros dominios (...) Una posible razón de las dificultades para lograr el abandono de las representaciones implícitas sobre todo de esas 'profundamente arraigadas' o encarnadas, tal vez sea que el cambio conceptual no requiere en absoluto abandonar esas representaciones implícitas a favor de un conocimiento más elaborado, sino, de acuerdo con el modelo de redescrición representacional, la integración jerárquica de unos sistemas de representación en otros (Pozo, Scheuer, Mateos y Pérez Echeverría, 2006, págs. 112-113).

A modo de resumen presentamos un cuadro tomado de Pozo y Scheuer (1999) en el que se presentan los supuestos para las tres teorías.

**Tabla 3.1. Supuestos según las tres Teorías Implícitas del Aprendizaje (adaptado de Pozo y Scheuer, 1999)**

TEORIA SUPUESTO	TEORIA DIRECTA	TEORIA INTERPRETATIVA	TEORIA CONSTRUCTIVA
EPISTEMOLÓGICO	Realismo ingenuo	Realismo interpretativo Pluralismo	Constructivismo Relativismo
ONTOLÓGICO	Estados	Procesos	Sistemas
CONCEPTUAL	Hechos/Datos	Causalidad lineal de simple a múltiple	Interacción

*¿Teorías “puras” o “perfiles conceptuales”?*

Las ideas intuitivas que se organizan en las diferentes Teorías Implícitas del Aprendizaje pueden describirse según distintos puntos de vista teóricos, como ya hemos mencionado. Así, algunos autores (Claxton, 1984; Pozo, 1996; Pozo y Gómez Crespo, 1998; Pozo, Pérez Echeverría, Sanz y Limn, 1992) las entienden según una organización coherente y sistemática (es decir, como Teorías propiamente dichas) y otros, según una organización fragmentada o por piezas (DiSessa, 1988; Toulmin, 1972). Entre ambos polos encontramos posturas como las de Carey (1992), Coutinho, El-Hani y Mortimer (2007), Mortimer (1995, 1998, 2001), Vosniadou (2002), o Vosniadou, Vamvakoussi y Skopeliti (2008), que sostienen que las personas no operan de la misma forma a través de los diversos dominios, lo que explicaría una variabilidad entre sus respuestas según el dominio y/o contexto. Por su parte, Rodrigo, Rodríguez y Marrero (1993) resumen aquellas posturas que entienden las ideas previas o intuitivas como esquemas representacionales (Hintzman, 1986; Rumelhart, 1980).

Autores como Scheuer y Pozo (2006) sugieren que las Teorías Implícitas del Aprendizaje no siempre se dan de manera “pura” sino que las concepciones se caracterizarían por su *Pluralidad representacional*. Según estos autores, en una persona podrían coexistir diferentes representaciones que, a su vez, se organizan en diversos niveles representacionales, con una mayor o menor integración jerárquica entre ellas. Esto no significa que las representaciones estén desorganizadas, sino que podemos encontrar una cierta diversidad de perfiles representacionales (López,

Echeita y Martín, 2010) o de combinaciones de teorías o perfiles (Rodrigo, Rodríguez y Marrero, 1993).

Resulta sugerente la noción de perfil conceptual introducida por Mortimer y colaboradores (Mortimer, 2001; Coutinho, El-Hanni y Mortimer, 2007):

(...) cualquier individuo puede poseer más de una manera de comprender un determinado concepto, es decir, distintas zonas de un perfil conceptual pueden convivir en el mismo individuo relacionándose con maneras distintas de pensar y hablar que pueden ser utilizadas en contextos específicos. (Coutinho, El-Hani y Mortimer, 2007, pág. 139).

Esto estaría explicando la coexistencia de ideas que, a su vez, enriquecerían los perfiles conceptuales, de acuerdo a “una demarcación clara de los dominios de aplicabilidad de cada manera de pensar y de hablar” (Coutinho, El-Hani y Mortimer, 2007, pág. 139).

Según Mortimer (2001) las personas, incluidos los científicos, utilizan distintos modos de pensar en distintos dominios. Es decir, un único concepto puede participar de varios tipos de pensamiento y hasta integrar más de un perfil conceptual que se usará según lo demande cada situación. El concepto de perfil es especialmente útil para comprender algunas trayectorias en la adquisición de conceptos nuevos, ya que tomaría en cuenta la puesta en juego del pensamiento según diversos contextos. Mortimer (1995, 2001) sostiene que la construcción del significado no siempre ocurre por acomodación masiva de significados previos sino que, a veces, puede ocurrir de modo local y relativamente independiente. Estos planteos indican que la identificación de los grados de consistencia de estos perfiles sería de gran utilidad para los ámbitos de enseñanza y aprendizaje.

Nosotros pensamos que esta noción puede ser relevante en el ámbito que nos ocupa, la divulgación de la ciencia, para el que, como dijimos en los capítulos anteriores, no es frecuente que los científicos se involucren en procesos sistemáticos de explicitación. Estas reflexiones nos conducen a explorar el tipo de

organización que adoptan las concepciones de los científicos sobre la divulgación, considerando diferentes contextos.

En otras palabras, ¿encontraremos científicos que manifiesten en forma relativamente consistente las teorías implícitas del aprendizaje que hemos descripto en este apartado, o pondrán en juego combinaciones de los principios de base de las mismas? En este último caso, ¿dichas combinaciones involucrarán teorías próximas, o integrarán todo el arco posible?

### **3.5. Las representaciones implícitas como objeto de indagación**

Las investigaciones sobre teorías implícitas de aprendizaje, creencias epistemológicas y metacognición evidencian la dificultad de acceder a las representaciones implícitas (Bautista, 2009; Mateos, 2001; Pérez Echeverría *et al.*, 2001; Pecharromán, 2004; Pozo *et al.* 2006; Pozo y Scheuer, 1999; Scheuer, de la Cruz y Pozo, 2010). Según las perspectivas actuales de la Psicología Cognitiva que venimos presentando y que sostienen que las actividades de producción y comprensión realizadas por las personas están mediadas, entre otros factores, por sus concepciones de carácter relativamente implícito acerca de cuestiones relacionadas, podríamos sostener que en este caso, estarían operando en la manera de entender y abordar la transmisión y adquisición de conocimiento científico a partir de textos de divulgación científica.

El carácter implícito de esas representaciones implica que la indagación y el análisis de las concepciones y teorías implícitas del aprendizaje y de la enseñanza reviste una considerable complejidad metodológica, ya que no se accede a esos objetos de manera directa sino a través de la multiplicidad de vías representacionales en las cuales puedan manifestarse. El medio en que se exteriorizan les imprime determinadas características de acuerdo a su estilo representacional. Al no tener acceso directo a los componentes de estas representaciones de igual manera o con igual profundidad según los distintos procedimientos ofrecidos por las diversas metodologías disponibles (Bautista, 2009), en nuestra investigación hemos optado por combinarlos para lograr un cuadro lo más completo posible sobre el tema que nos interesa indagar.

Asimismo, entendemos que si bien el acceso a las teorías implícitas no podrá ser directo, contamos con diversas metodologías que permiten acceder a representaciones de diferente nivel de explicitación. Según los dominios de conocimiento, y etapa evolutivo/educativa de las personas o grupos que nos interesen, nos encontraremos con diversos grados de explicitación de las concepciones, lo que nos conduce a alejarnos de una posición que sostenga una dicotomía entre representaciones netamente explícitas o implícitas.

El estudio de las teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza ha contado con un auge importante en las últimas décadas, aportando un gran número de investigaciones que toman como objeto diversos dominios, edades y niveles educativos. Muestra de ello es el libro ya referido de Pozo *et al.* (2006) y el de Pozo y Pérez Echeverría (2009), que profundizan no sólo en los aspectos teóricos de estas teorías, sino también en los aspectos metodológicos involucrados en la investigación de las mismas, a la vez que presenta una notable diversidad de investigaciones llevadas a cabo en este tema con participantes de diversas características evolutivas y educativas.

Esas representaciones se han investigado desde diferentes enfoques que adoptan supuestos diferentes sobre el origen, la naturaleza, el sentido y el cambio de esas representaciones y que adoptan metodologías diferentes para acceder a ellas. Si bien en nuestro estudio partimos del enfoque de las teorías implícitas, otras líneas de investigación hacen otros recortes al abordar como objeto de estudio representaciones acerca del conocimiento, con objetivos, implicancias, metodologías, y resultados diversos. Detallamos brevemente lo presentado en el segundo capítulo del libro mencionado de Pozo *et al.* acerca de los diversos abordajes posibles a estas temáticas relacionadas (Pérez Echeverría, Mateos, Scheuer y Martín, 2006):

- *Teoría de la mente*: estudia cómo se concibe el comportamiento de otras personas y de sí mismo en función de la operación de estados y procesos mentales y cómo evolucionan esas ideas (Bartsch y Wellman, 1995; Perner, 1990; Spelke, 1991; Wellman, 1990).

- *Creencias epistemológicas*: analiza las diferentes maneras en que las personas entienden la naturaleza del conocimiento y las formas de conocer, así como la forma en que éstas influyen en la manera de enseñar o aprender (Chandler, 1987; Hofer y Pintrich, 1997; Pecharromán, 2004; Pérez Echeverría, 2000; Perry, 1970; Pintrich, 2002).
- *Metacognición*: Aborda el estudio de procesos cognitivos y la forma en que ese conocimiento influye en los procesos de aprendizaje y su control (Flavell, 1987; Flavell y Wellman, 1977; Mateos, 2001, 2006).
- *Enfoque fenomenográfico*: Se interesa por la manera en que se interpretan y analizan las propias experiencias. Este enfoque suele no tener restricciones experimentales (Kember, 1997; Marton, 1981; Saljö, 1979; Tynjälä, 1997).
- *Enfoque de las teorías implícitas*: Se interesa por las estructuras representacionales consistentes y no accesibles directamente a la conciencia, que orientan los intercambios de las personas con el mundo (Pozo, 1996; Pozo *et al.* 2006; Rodrigo, Rodríguez y Marrero, 1993; Scheuer *et al.*, 2006a; Scheuer *et al.*, 2006b; Strauss y Shilony, 1994).
- *Perfiles conceptuales*: Análisis de las maneras de organizar determinados actos, suponiendo la existencia de una relación entre modalidades de pensamiento y formas de hablar. Mortimer (1995, 1998, 2001) propone que en los perfiles conceptuales puede darse la coexistencia de representaciones en etapas distintas de la formación.

Al revisar los diversos enfoques y metodologías de acceso y análisis posibles, nos centramos en la transmisión del conocimiento científico, en función de nuestro objeto de estudio. La divulgación científica implica una transformación del conocimiento experto, para volverlo accesible a un público no experto o lego. Presentamos, a modo de pantallazo, algunas de las metodologías de las que suelen valerse las investigaciones que han abordado el análisis de las concepciones de

aprendizaje y pueden utilizarse solas o combinadas. Algunas de las metodologías de indagación que presentamos a continuación han sido las pioneras en su tipo en relación a su objetivo de estudio, sobre las que luego se han basado gran cantidad de investigaciones:

- Entrevistas: A través de un conjunto de preguntas formuladas oralmente en una situación cara a cara, se busca inferir las concepciones subyacentes sobre el aprendizaje, la naturaleza del conocimiento, fuente del conocimiento, etc. Ejemplos de entrevistas de este tipo son las investigaciones sobre la manera de comprender de, por ejemplo las mujeres de Belenky *et al.* (1986), o de los universitarios de Perry (1970) CLEV –*Checklist of Educational Values*–; RJI –*Reflective Judgment Inventory*– (King y Kitchener, 1994); Razonamiento Argumentativo (Kuhn, 1991).
- Cuestionarios: Material que solicita al sujeto asuma una determinada postura frente a una serie de ítems o situaciones por lo general presentados por escrito. Las respuestas luego pueden ser analizadas por medio de métodos estadísticos, frecuentemente con el fin de determinar dimensiones. Los cuestionarios pueden adoptar distintas formatos, como las escalas Likert (tipo especial de cuestionario en el que se solicita el nivel de acuerdo o desacuerdo con una declaración) o Dilemas (presentación de una situación con diferentes opciones de respuesta, de la que debe elegirse sólo una; a veces se solicita además la justificación de la elección). Ejemplos de este tipo de cuestionarios son: Cuestionario de Creencias Epistemológicas (Pecharromán, 2004; Pecharromán y Pozo, 2006); Cuestionario de Creencias epistemológicas de Schommer-Aikins y Easter (2006); SASI –*Statement about Science Instrument*– (Burnley, Evans y Jarret, 2002); EQ –*Epistemological Questionnaire*– (Shommer 1990, 1993); EBAPS –*Epistemological Belief assessment for Physics Science*– (Elby, Frederiksen, Schwartz y White, 2001); CLASS –*Colorado Learning Attitudes about Science Survey*– (Departamento de Física de la Universidad de Colorado, 2004) y EQ –



*Epistemological Questionnaire*–, Schommer, 1993). Ejemplos de Cuestionarios de Dilemas: Martín, Mateos, Martínez, Cervi, Pecharromón y Villalón (2006); Mateos, Martín y Villalón, 2006; Pérez Echeverría, Pecharromán, Bautista y Pozo (2006); Torrado y Pozo (2006).

- Inventarios de elección múltiple: Presentación (generalmente por escrito) de varios ítems en los que se debe marcar una opción. Ejemplo de esta metodología son el IMPECID (Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas en Profesores, de Porlán y Rivero, 1998) y el VOSTS (Views of Science and Technology) de Aikenhead y Ryan (1992).
- Estudios longitudinales: Aplicación de cualquiera de los instrumentos anteriores en forma repetida a fin de conocer la evolución de las ideas o concepciones a medida que pasa el tiempo y se suman experiencias, contextos diversos, etc.: MER (*Measure of Epistemological Reflection*, Baxter Magolda y Porterfield, 1985).
- Relevamiento de producciones propias (ensayos, resúmenes, autobiografías, dibujos, etc.): Análisis de escritos sobre cuestiones relacionadas como, por ejemplo, el aprendizaje, del que se deducen una serie de categorías y/o mapas conceptuales (Mateos, Martín, Villalón y Luna, 2008; Saljö, 1979; Scheuer, Pozo, de la Cruz, y Echenique, 2006; Scheuer *et al.*, 2006; Tynjälä, 2001).
- Registro de situaciones reales: Por medio de filmaciones o registros escritos, de los que luego se deducen las categorías y/o perfiles conceptuales (De la Cruz, Scheuer y Huarte, 2006; Mortimer, 1995, 1998, 2001).

Si bien hemos presentado los diversos abordajes a las teorías implícitas del aprendizaje de manera separada con fines explicativos, suponemos que en nuestro estudio no encontraremos manifestaciones en formas “puras”, dada la condición de productores de conocimiento de los participantes. La teoría Directa, por ejemplo, suele encontrarse sobre todo en las primeras etapas del desarrollo, aunque puedan

hallarse trazas de ella en algunas personas adultas, en determinadas situaciones. Titulamos este capítulo *Aprender y enseñar para divulgar* con un doble sentido según lo que hemos presentado: por un lado, por la intención educativa que tiene la divulgación y por otro, por la oportunidad que supone para los científicos redescubrir sus conocimientos a partir del desafío que supone la comunicación con un público diverso y la incorporación de una mirada novedosa sobre su cuerpo de conocimientos.

Por el valor epistémico de la escritura y la lectura como caminos hacia el conocimiento, fundamentales en una cultura letrada como la contemporánea, es especialmente importante la investigación acerca de los factores que intervienen en estos procesos y cómo ellos inciden en las actividades de producción, de comprensión y de evaluación así como en las opiniones acerca de esas actividades (Conley, Pintrich, Vekiri y Harrison, 2004; Gill, Ashton y Algina, 2004; Mason y Boscolo, 2004). Asimismo, por la importancia de la ciencia y la tecnología en nuestras vidas y el valor que asignamos a la responsabilidad de los científicos en la comunicación social de sus avances, nos parece importante indagar cómo se concibe la comunicación científica desde los centros mismos de producción del conocimiento y qué características toman las prácticas relacionadas con ella.

### **3.6. Las Teorías Implícitas del Aprendizaje como lente para pensar la divulgación científica**

El enfoque constructivista de la Psicología ha puesto de manifiesto el papel que desempeñan en nuestras acciones –en nuestras formas de aprender, en nuestras formas de enseñar, en nuestras formas de resolver problemas en dominios muy diversos– los conocimientos que construimos sobre esos procesos. Una de las primeras cuestiones que abordó este enfoque fue el de analizar qué pasaba con las ideas o conocimientos que traían los sujetos y que persistían luego de la instrucción. Así surgieron los planteos teóricos e investigaciones sobre las ideas previas, preconcepciones, *misconceptions*, ideas erróneas, teorías implícitas, concepciones alternativas, etc.

A lo largo de su experiencia personal, académica y profesional, los científicos divulgadores han elaborado creencias acerca de la naturaleza del conocimiento y

sobre cómo éste se adquiere y se transmite, pero, en muchos casos, estas ideas no han pasado por un proceso de explicitación de las propias representaciones, que a su vez suele propiciar procesos de reestructuración conceptual (Pozo, 2006; Pozo y Gómez Crespo, 1998). En este sentido, estas creencias podrían configurar unas “teorías implícitas del aprendizaje”, en el sentido que hemos planteado en el apartado anterior. Es más, estas teorías podrían estar en la base misma de los modelos de divulgación científica revisados en el Capítulo 1, mediando en las maneras de concebir la comunicación de la ciencia. En el siguiente cuadro (Cuadro 3.2.) esbozamos cómo podría ser relación entre las teorías los modelos de comunicación.

**Tabla 3.2. Relación entre modelos de comunicación de la ciencia y Teorías Implícitas del Aprendizaje**

MODELOS DE COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA	TEORÍAS IMPLÍCITAS DEL APRENDIZAJE
Modelo del déficit (Durant, (Lewenstein, Weigold) Parternalista/ Difusionista (Bucchi)	Teoría Directa
Modelo contextual (Lewenstein) Modelo Racional (Weigold)	Teoría Interpretativa
Modelo democrático (Durant) Modelo participativo (Lewenstein) Modelo contextual (Weigold) Modelo dialogal (Bucchi)	Teoría Constructiva

Retomando ahora la reflexión sobre las teorías del aprendizaje, encontramos que aquellas constructivistas serían el tipo de concepciones que podrían aportar un acercamiento a la ciencia como el producto provisorio de un proceso situado históricamente, mediante el que una comunidad construye modelos en su intento de entender y explicar el mundo, llegando a conocimientos cuya potencia se evalúa de acuerdo a criterios de validación, justificación argumentativa y evidencia empírica que, lejos de ser absolutos, forman a su vez parte de consensos de una comunidad de intérpretes y productores de cultura. Esta posibilidad de validación viene dada por la naturaleza común del lenguaje, pensamiento y otras formas compartidas. Es nuestra capacidad de generar y compartir símbolos, garantizada por nuestra tradición sociocultural y lingüística, la que nos permite llegar a consensos válidos de significados (Chandler, 1987).

Podría suponerse, entonces, que la divulgación debería estar fundamentada en estas concepciones, promoviendo así que los destinatarios puedan conectar los conocimientos nuevos con los anteriores, redescribiéndolos, planteándose nuevas preguntas y revisando sus criterios de evaluación. Sin embargo, nuestra experiencia y trabajos previos (Bengtsson, 2004, Bengtsson, Scheuer y Mateos, 2008; Bengtsson, Scheuer y Mateos, 2009) mostrarían una tendencia por parte de científicos a no tener en cuenta algunos aspectos que promuevan una construcción del conocimiento. Nos preguntamos si podrían estar resolviendo las tareas de divulgación de manera intuitiva, basándose principalmente en sus posturas implícitas acerca de cómo debe transmitirse y cómo se adquiere el conocimiento. Esto podría deberse a que no han pasado por un proceso de explicitación, resolviendo las demandas de este tipo apelando a las representaciones implícitas de manera rápida y eficaz y con un menor costo cognitivo.

Una manera de avanzar en la mejora de la comunicación –y comprensión– de la ciencia es investigando las concepciones que se ponen en juego al llevarla a cabo. Pero, ¿qué sabemos sobre cómo conciben esta tarea los científicos que se dedican a tareas de comunicación de la ciencia? ¿Influirán sus concepciones sobre la transmisión y adquisición del conocimiento en la manera de llevar a cabo estas actividades? En esta Tesis nos proponemos estudiar las concepciones sobre el aprendizaje que guían a los autores de textos de divulgación científica, generados en el ámbito de centros de investigación, a partir del enfoque de las Teorías Implícitas del Aprendizaje (Pozo *et al.*, 2006).

En el próximo capítulo presentaremos las investigaciones sobre la escritura que orientaron nuestra mirada para el análisis de cómo se conciben la adquisición y la transmisión del conocimiento por medio de textos de divulgación.

## **CAPÍTULO 4**

### **ESCRIBIR PARA DIVULGAR**

#### **Delimitación teórica en relación a la divulgación científica por medio de textos**

En nuestra cultura letrada se suele considerar que una persona alfabetizada es capaz de utilizar la escritura para cualquier tarea que se proponga, como por ejemplo, comenzar estudios universitarios que le brindarán los conocimientos profesionales de una determinada disciplina, o transmitir a otros lo que ha aprendido o elaborado en relación a un campo de conocimientos. Pero estudios actuales consideran la escritura un proceso constructivo y complejo que demanda, entre otras cosas, diversos conocimientos que deben operar en simultáneo (acerca del contenido, estructura, normas, lector, contexto, objetivos, etc.) siendo, además, una herramienta epistémica que nos permite expresar e incluso redescubrir nuestros pensamientos o ideas de manera explícita y tornando más explícitos conceptos y relaciones (Castelló, 2009; Mateos, 2009). Desde las décadas de los 70 y 80 la mirada social que tomaron muchas de las investigaciones sobre las diversas disciplinas del conocimiento, pusieron el énfasis en los aspectos históricos, sociales, culturales y contextuales.

La escritura está íntimamente ligada a la ciencia, ya que entre otras cosas, es la herramienta que permite comunicar sus avances de la ciencia. En este capítulo nos centraremos primero en los estudios que tienen a la escritura como foco de análisis (desde una perspectiva más individual, su vínculo con la lectura y los procesos cognitivos hasta una más contextual), para luego presentar los que lo hacen en las escrituras especializadas, como los que conforman los géneros de la escritura académica y el de divulgación de la ciencia.

Entendemos la escritura como una práctica letrada, de naturaleza social, lo que pone de relieve aquello que las personas hacen con la escritura y a partir de ella. Es decir, un diálogo en sentido amplio que supone una relación indisoluble entre producto y producción, entre escritor y lector, entre lo individual y lo social (Mc Cutchen, 2006), entre lo histórico y lo cultural, entre concepciones y prácticas

(Dahl, 2004; Mateos, 2008; Teberosky, 2007). La divulgación, como proponemos en el Capítulo 1, supone también un diálogo entre visiones del mundo, entre lenguajes, entre formas de expresarse, entre procesos (Calsamiglia, 1997) o como sostiene Benigni (2012, pág.2) “La subjetividad científica se entreteje en un entramado discursivo; como así también, el concepto de ciencia”.

Daniel Cassany, presenta su libro *Construir la escritura* (1999) por medio de una cita de Carl Bereiter y Marlene Scardamalia (1983), que en una versión abreviada dice:

Escribir un ensayo extenso es probablemente la tarea constructiva más compleja que se espera que realice la mayoría de seres humanos en alguna ocasión. (...) Pero la escuela y la sociedad parecen creer que casi todo el mundo debe ser capaz de producir un ensayo coherente de cuatro mil palabras sobre un tema. (pág.11).

La cita es bastante elocuente sobre como éste y otros autores destacan que: saber escribir involucra desarrollar habilidades altamente sofisticadas, que trascienden por lejos el dominio de los muchos códigos que regulan la escritura, sea en cuanto a su adecuación al sistema alfabético o a convenciones ortográficas y de formato (Carlino, 2005; Mateos, 2009).

Las visiones tradicionales, en cambio, la consideraron principalmente la escritura como un producto, enfocando el análisis en aspectos muy diversos de las proeducciones escritas, una vez realizadas. Entre esos aspectos, encontramos la ortografía, corrección sintáctica, etc. Si bien estos aspectos son importantes para asegurar la legibilidad y comprensión del texto, no son los únicos ni los más definitorios en el acto de escribir. De hecho, un texto puede ser comprendido a pesar de contar con faltas de ortografía o errores de tipeo, como bien lo revelan algunas presentaciones que circulan por la web con la intención de mostrarnos cómo leemos “a saltos” y podemos comprender un texto aunque sus palabras no estén escritas correctamente. Otros de los aspectos en los que enfocan análisis de producto son de carácter estructural. Aquí podríamos situar los análisis de los textos según su superestructura expositiva en tres partes: Inicio, Desarrollo y Conclusión o Cierre (Morales, Cassany y González Peña; 2007). Las Gramáticas narrativas,

Gramáticas de los cuentos y Gramáticas de los textos, sostienen que la estructura típica o representación mental de las partes de una narración es lo que favorece su comprensión y recuerdo (Barthes, 1966; Carlino, 2005; Cassany, 2009; Garate Larrea, 1994; Greimas, 1966; Propp, 1928; Rumelhart, 1981; Thorndyke, 1977; Todorov, 1969; Van Dijk, 1998). Esta línea ha sido retomada recientemente por investigaciones psicoeducativas (Sánchez Miguel, 1996) y análisis del discurso (Cassany, 2009; Teberosky, 2007; Ciapuscio, 1993, 1994, 2001, 2003a, 2003b, 2011; Calsamiglia, 1997, 1998, 2000; Van Dijk, 1998), entre otros, interesados por las relaciones que establece el autor con el lector a través del texto.

Estas partes tendrían objetivos específicos en el texto de carácter expositivo y didáctico, como son los materiales que nos ocupan (Sánchez Miguel, 1996; 1999; Garate Larrea, 1994):

- La Introducción, Encabezamiento o Inicio, busca principalmente interesar al lector y anunciar el tema, es decir aquello de lo que el discurso trata.
- El Desarrollo o Cuerpo del texto sirve justamente para desarrollar el tema y generar avances. Esto puede hacerse por medio de varios recursos: justificaciones, ejemplos, ampliaciones, explicaciones, evaluaciones de otros textos, respuestas a imaginadas objeciones del lector, etc. También pueden combinarse algunos de estos recursos, incluyendo ejemplos o anécdotas en una explicación, por ejemplo. Para ayudar al lector a seguir la manera como el autor razona, puede destacarse la forma cómo se van a organizar las ideas.

Por último, la Conclusión o Cierre sirve para evaluar la información consignada o para mostrar los caminos posibles que podría seguir el lector para continuar buscando información sobre el tema en cuestión. Existe cierto acuerdo acerca de las formas habituales de concluir un texto:

1. Sintetizar: enumerar o repasar los puntos esenciales tratados.

2. Abrir: expandir el tema, dejarlo abierto para que el lector siga aportando al tema, a través de otras lecturas, textos, etc.
3. Combinación de las dos primeras formas, integrando sus potencialidades.

Resumiendo, los modelos desde los que suele entenderse la escritura son: a) la escritura como producto, b) la escritura como proceso y c) la escritura como tarea contextual. A continuación presentaremos algunos estudios desde las dos últimas posturas, dado que la primera es considerada una visión restringida y obsoleta, a pesar de ser muy popular en las aulas, aún hoy en día (Cassany, 1999).

#### **4.1. La escritura desde los enfoques centrados los procesos cognitivos del lector**

La escritura pasó de ser considerada una manera de expresarse individualmente o una técnica básica aprendida en el paso por la escuela elemental, a ser entendida como un complejo proceso mediado por la situación comunicacional y una potente herramienta que permite la adquisición, intercambio y producción de conocimientos (Camps, 2007; Carlino, 2005; Cassany, 1999, 2006; Castelló *et al.*, 2007; Fitzgerald y Shanahan, 2000; Martí, 2003; Mateos *et al.*, 2008, 2011; Olson, 1998; Ong, 1982; Solé *et al.* 2005; Tynjälä, 2001). A este cambio contribuyeron múltiples disciplinas desde la Lingüística, la Sociolingüística, la Pragmática, las Teorías del Discurso y la Comunicación, hasta la Psicología Cognitiva, la Educación o la Psicolingüística permiten comenzar a analizar los factores que intervienen en ella y operan sobre ella.

##### **4.1.1. CÓMO SE ADQUIERE LA ESCRITURA**

Si bien no es el objetivo de este trabajo abordar cómo se adquiere la escritura, pues nos ocupamos de una comunidad altamente alfabetizada como es la científica, sí podemos mencionar que muchos estudios se ocuparon de entender cómo alguien se convierte en una persona alfabetizada. Desde la línea de la alfabetización emergente (Heath 1983; Tale y Sulzby 1986), las investigaciones mostraron como desde los primeros años de vida y en contextos cotidianos los niños participan de multiplicidad de prácticas en las que intervienen la escritura en variados soportes y



con diversos propósitos. En estas situaciones los niños buscan comprender, usar y hasta leer las escrituras con las que se encuentran. Otro gran grupo de estudios se ha interesado por analizar cómo los niños llegan a captar los principios en los que se basa el sistema de escritura imperante (Ferreiro y Teberosky, 1979; Tolchinsky (2003; 2004), y mostraron los enormes esfuerzos que les supone esta comprensión. Pero, sin duda, ser capaz de dominar el código notacional de la escritura, (generalmente alcanzado tras 2 o 3 años de escolaridad) dista mucho de lo que se considera necesario para convertirse en un escritor competente, y capaz de adecuarse a las distintas situaciones comunicativas y de usar la escritura como la herramienta para reorganizar el conocimiento (Fitzgerald y Shanahan, 2000; Kellogg, 2008).

#### **4.1.2. LA ESCRITURA COMO PROCESO**

Algunas de esas investigaciones pioneras que hoy en día son referencia obligada en estudios sobre escritura, abordaron el análisis de la escritura académica como modelo de escritura experta para, en algunos casos, compararla con la escritura inexperta. Una manera de intentar entender los diferentes resultados en escritura es la de analizar las producciones en universitarios y su formas de concebir la escritura, ya sea como una técnica o como herramienta epistémica. Ésta es una línea creciente en la investigación psicoeducativa, sobre todo desde la perspectiva de los alumnos (Castelló, 2007; Carlino, 2005; Curtis y Herrington, 2009; Rosales y Vazquez, 2006; Tolchinsky, 2000; Tolchinsky, 2004; Tynjälä, 1998), pero no encontramos igual desarrollo teórico desde la perspectiva de los científicos (Borsinger, 2009; 2011). Los científicos, investigadores y docentes universitarios son considerados escritores expertos, dado que gran porcentaje de su desempeño laboral se realiza a través de la escritura, pero nos preguntamos si su pericia está acotada a la disciplina en la que se desempeñan o si también podemos considerarlos expertos respecto a la escritura para divulgación científica.

Esos estudios fundantes sobre procesos de composición de textos escritos en alumnos de distintos niveles educativos (primaria, secundaria, universitarios) revelaron la gran variedad de factores que actúan en esta tarea (Bereiter y Scardamalia, 1992; Collins y Gentner, 1980; Emig, 1971; Flower y Hayes, 1981;

Nystrand, 1982; Smith, 1982) centrándose en tres grandes dimensiones: a) los subprocesos (planificación, redacción y revisión), b) las diferencias entre escritura experta y la novata y c) las estrategias de enseñanza y aprendizaje de los procesos “hermanos” como son la escritura y la lectura. Como ya mencionamos, estos trabajos propusieron modelos para entender el proceso de escritura, basándose principalmente en la comparación entre escritores expertos o escritores académicos, por una parte, y escritores novatos, por otra. Presentamos a continuación una breve introducción a algunos de esos modelos:

- *Modelo de Janet Emig*

Janet Emig (1971) analizó el proceso de composición en universitarios ingleses (en su lengua materna o primera lengua, L1). Su modelo buscó identificar y analizar las operaciones y procesos que los sujetos ponen en juego a lo largo de la tarea de redacción: desde cuando deciden redactar un texto hasta que lo dan por concluido. Su objetivo fue caracterizar los escritores competentes y hallar lo que los diferencia de los no competentes, con una finalidad didáctica. El modelo distingue dos modelos de escritura: la *reflexiva* y la *extensiva*. La primera es marcadamente emocional, tentativa y personal, ya que por medio de la escritura se expresan los sentimientos, siendo los autores mismos el modelo de audiencia a la que se dirigen. En cambio, en el modelo extensivo, el foco está en expresar ideas y se caracteriza por ser impersonal y preferentemente cognitivo. Ambos comparten las mismas operaciones, pero de manera diferenciada respecto a la cantidad y duración. Esta autora sostiene que en el modo reflexivo la preparación y evaluación son menores o casi nulas, mientras que en el modo extensivo ocupan gran parte de la tarea, especialmente en lo que respecta a la reorganización y reformulación en función de lo escrito.

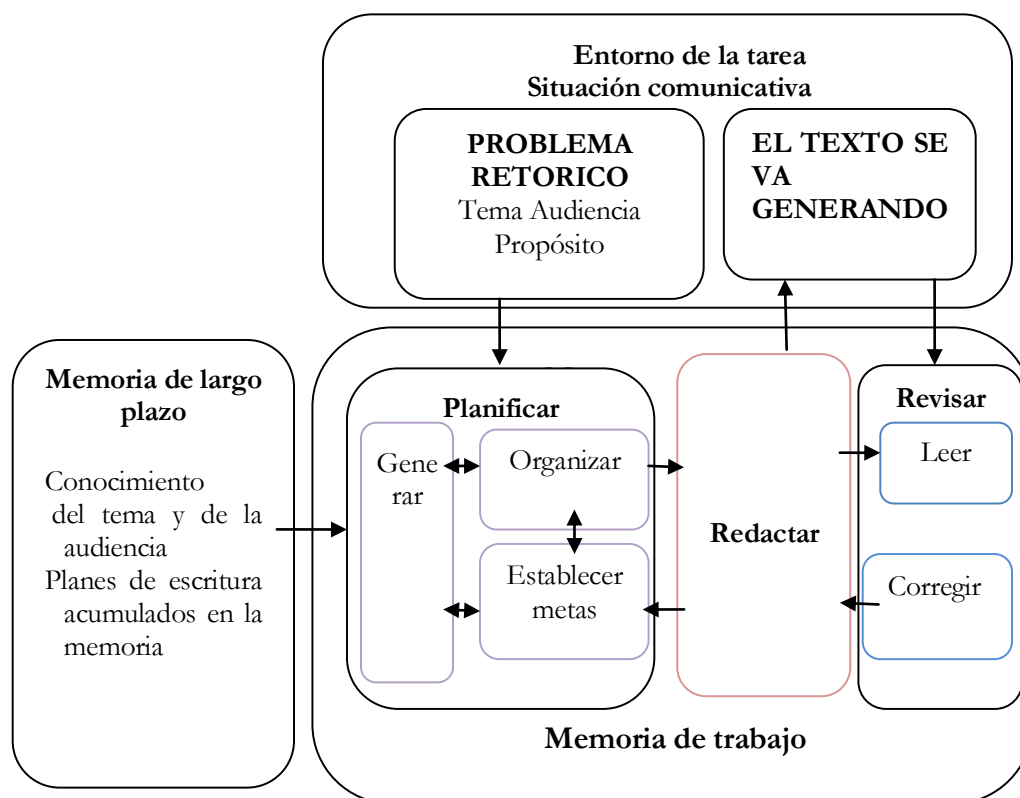
- *Modelo de Linda Flower y John Hayes*

El trabajo que suele ser reconocido como la base sobre la que se desarrollaron los posteriores en el intento de describir la escritura es el de Flower y Hayes (1981, luego revisado por Hayes en 1996). En él postulan que escribir es un proceso interactivo determinado por los objetivos de la tarea. Describen el proceso cognitivo que siguen los expertos al escribir, estableciendo diferencias entre los

escritores más y los menos eficaces. Para establecer esas diferencias, los autores se basan en el análisis de la relación entre pensamiento y lenguaje. Este modelo entiende que la escritura es un acto de resolución de problemas en la que intervienen tres elementos fundamentales: el entorno de la tarea, la memoria a largo plazo y la memoria de trabajo. Al escribir activamos algunas de las siguientes operaciones: monitoreo de la coherencia del texto, selección del contenido relevante, identificación de unidades léxicas relacionados con el contenido, sintaxis, morfología, registro apropiado, cohesión, revisión de las ideas que surgen al escribir para que se mantenga la coherencia, etc. La escritura estará moldeada según la mente del escritor, es decir, estará determinada según una serie de procesos interrelacionados (Torrance y Gailbraith, 2006). La manera de operar de estos componentes será diferente según se trate escritura experta o novata.

Entre los factores que las diferencian, estarían la tarea en sí misma, la memoria de trabajo y los procesos de planificación, redacción y revisión. Una crítica que se hace a este modelo es la suposición que aquel que escribe tiene un control ejecutivo a lo largo de la tarea. Llegar a una escritura madura, supone adaptar el sistema de escritura a fin de minimizar las demandas cognitivas del escritor. “No importa cuán experto seamos en el manejo de la escritura, ésta siempre deberá reconciliar demandas entre los conflictos que surgen mientras se escribe, esto es algo que los escritores deben aceptar, motivacionalmente, si quieren completar su tarea” (Torrance y Gailbraith, 2006, la traducción es nuestra). Este modelo fue criticado por la poca consideración que hace del contexto y en gran parte suplantado por modelos posteriores enmarcados en la dominante visión sociocultural que aporta una mirada más interdisciplinaria de la escritura (Prior, 2006), tomando en consideración, por ejemplo, las diferencias de las prácticas en las diversas comunidades.

**Gráfico 4.1.** Modelo cognitivo de los procesos de la escritura [Adaptado de Flower y Hayes 1981, pág. 370]. La traducción es nuestra



Entonces, según este modelo las diferencias entre escritores expertos y no-expertos estarían dadas por la forma en que se maneja la información, en la generación de ideas, la planificación, la revisión y organización.

- *Modelo de Carl Bereiter y Marlene Scardamalia*

El modelo de Bereiter y Scardamalia (1987; 1992) a diferencia del modelo de Flower y Hayes, no consideró la escritura inexperta o inmadura como un modelo deficiente de la escritura experta, sino como etapas de menor o mayor pericia respecto a cómo se introduce el conocimiento en el texto a lo largo de la composición. La diferencia entre ambos modos de resolver la tarea de escritura se encuentra principalmente en cómo se introduce el conocimiento a lo largo de la composición. Es decir, a medida que se adquiera más pericia en la escritura, esa primera etapa es superada para dar paso a la segunda. Caracterizaron la etapa inmadura como “*decir el conocimiento*”, en la que el autor activa en su mente lo que sabe sobre el tema y el tipo de texto y con ello escribe, casi sin recurrir a la planificación y revisión. En la segunda etapa, de “*transformación del*

*conocimiento*”, el escritor experto aborda la tarea como de resolución de problemas –de contenido y retórico–.

Scardamalia y Bereiter (1992) buscaron demostrar que hay diferencias en el modo de escribir en una y otra etapa, que tienen un profundo significado educativo. Estos autores caracterizan las dos etapas de la siguiente manera:

a) *Decir el conocimiento*: En esta etapa, la manera de generar un texto a partir de un género conocido puede llevarse a cabo sin la necesidad de un plan u objetivo global, sin las restricciones de una tarea del tipo de solución de problemas o sin los procedimientos de solución típicos de los procesos maduros de escritura. El escritor se representa la tarea, localiza los identificadores del tema y del género, que le sirven de pistas para encontrar conceptos en su memoria (lo que estos autores llaman *activación propagadora*). Este proceso no garantiza que toda la información recuperada de la memoria sea pertinente. Según Anderson (1983), citado por Scardamalia y Bereiter (1992), la activación identifica y favorece la recuperación de la información más afín al contexto, eximiendo al autor de la necesidad de un control más coherente. Una vez producido el texto, éste sirve a su vez de activador de indicadores de tema y género, proceso recursivo que sigue hasta que “se acabe la hoja o hasta que se agoten las ideas que vienen a la memoria”.

b) *Transformar el conocimiento*: a diferencia de lo que sucede en la etapa anterior, escribir un texto aparece como un complejo proceso de resolución de problemas. Esta etapa “se ocupa de cumplir los objetivos discursivos así como de las relaciones entre el contenido y las posibles reacciones del lector” (Bereiter y Scardamalia, 1992, pág. 48). Para que el contenido se transforme debe haber también una transformación retórica, lo que no sucede en la etapa anterior (porque no trata de resolver cómo expresar algo, sino que el foco se encuentra en qué decir). Es decir, componer es para los escritores expertos un proceso complejo que implica solucionar dos tipos de problemas: qué decir (contenido) y cómo decirlo (lo retórico). Antes de escribir, suele haber una planificación mental previa de cómo será el texto, que en función de esos dos problemas, va modificando y reorganizando el

conocimiento. De esta forma escribir contribuye a la función epistémica además de la comunicativa (Mateos, 2001). Según Teberosky (2007) un escritor experto destaca por su habilidad para explotar los recursos retóricos para comunicar su mensaje en el texto a una audiencia.

La composición de textos de manera fluida es importante porque durante la ejecución de tareas complejas, como es la escritura, los procesos cognitivos compiten por los recursos limitados de la memoria de trabajo. Es decir, las demandas a la memoria de trabajo impuestas por la tarea de escritura, sobre todo en las etapas evolutivas tempranas, podría contribuir a la falta de revisión y planificación en los escritores inmaduros y sus estrategias del tipo “decir el conocimiento” (McCutchen, 2006). Esta autora sostiene que la memoria a largo plazo es crítica durante el proceso de escritura, por lo que categorías como tópico y género pueden ser de gran ayuda a quienes están en la etapa de “decir el conocimiento” ya que permitiría reducir las demandas de la tarea. En estas etapas inmaduras como la de “decir el conocimiento”, los alumnos pueden llegar a componer textos relativamente buenos, si la interrelación con los procesos operan sobre una base bien estructurada de conocimiento o si el esquema relativo a género está bien aprendido. O sea, que un aprendizaje explícito de nociones como el género u otros disponibles en la memoria de trabajo, facilitarían la evolución hacia procesos más complejos como puede ser pasar de estrategias relacionadas con el modelo “decir el conocimiento” a “transformar el conocimiento”.

No se quiere decir con esto que la escritura para el experto pase a ser una tarea fácil que no requiera esfuerzos, sino que permitiría una administración de los procesos que permitirían mejores textos. Mc Cutchen (2006) postula la idea que el paso por la etapa de “decir el conocimiento” podría tener una función adaptativa y que una instrucción efectiva podría disminuir la demanda de los recursos activando explícitamente el andamiaje necesario durante el proceso de escritura.

- *Modelo de Ronald Kellogg*

Para Kellogg (2008) escribir como expertos o de manera competente implica no solo al sistema lingüístico sino que son verdaderos desafíos para el sistema cognitivo, en especial en lo que respecta al pensamiento y la memoria. Pensamiento

y escritura son procesos tan cercanos que este autor los considera gemelos. Como ya hemos dicho antes, la composición de textos es considerada una situación de resolución de problemas, en la que no solo el contenido y lo retórico determinan el resultado, sino la memoria de trabajo. Es por ello que quien se adentra en una disciplina debe no solo adquirir los conocimientos disciplinares necesarios, sino también adquirir las herramientas comunicativas relativas a esa disciplina, es decir, ser experto en una disciplina implica mucho más que lo conceptual. Este autor sostiene que ser un escritor experto demanda tanto como ser experto en cualquier otra disciplina compleja y que para dominar la escritura se debe tener control ejecutivo en los procesos cognitivos. Pero este es un camino que demanda, entre otras muchas cosas, tiempo, ya que sostiene que no se puede ser un escritor experto, sin una experiencia, maduración, instrucción y entrenamiento de varios años. Basándose en el modelo de Bereiter y Scardamalia (1987) propone agregar una etapa más que denominó “orfebrería del conocimiento”. Su propuesta entonces es que la escritura experta es producto de un desarrollo cognitivo que atraviesa tres macro-etapas, las dos primeras tomadas del Modelo de Bereiter y Scardamalia:

**Etapa 1: “Decir el conocimiento”**, etapa caracterizada por una planificación limitada a la idea de recuperación, se registra poca interacción entre la planificación y la redacción y mínima revisión.

**Etapa 2: “Transformar el conocimiento”**, etapa intermedia de transformación del conocimiento de lo que se sabe, para beneficio del autor. Interactúan la planificación, redacción y revisión. Aparece la revisión previa de las representaciones del autor.

**Etapa 3: “Orfebrería del conocimiento”**, es la etapa que agrega Kellogg, como última etapa a la que llegan sólo algunos escritores expertos. Supone crear sobre lo que el escritor sabe en beneficio del lector. En esta etapa la planificación, redacción y revisión están en constante interacción. A la revisión que el lector realiza sobre sus representaciones, integra la revisión de las representaciones del lector. Es decir, en esta etapa el autor puede simultáneamente tener en cuenta sus ideas, las palabras del texto e imaginarse la interpretación del texto que hará el lector. Estas representaciones están almacenadas en su memoria de trabajo, activadas en

el desarrollo de la tarea. El escritor experto puede mantener la atención en ellas mientras escribe, alternándolas con los procesos de planificación, redacción y revisión. En esta etapa la representación del texto es lo suficientemente estable y detallada como para permitir que la memoria de trabajo se encargue de las representaciones disponibles sobre el autor, el lector y el texto. El escritor moldea qué y cómo decir teniendo al lector potencial plenamente en cuenta y tratando de anticipar algunas interpretaciones posibles. Es decir, el creador de conocimiento se centra en escribir como “lo leería su lector” interviniendo explícitamente en la representación de ese lector guardada en su memoria de trabajo. Esto se caracteriza por una interacción en tres direcciones: la revisión superficial y profunda que le asegure al escritor que el lector podrá interpretar el texto de la manera que él espera; anticipando las respuestas del lector y la revisión del texto en todas sus dimensiones.

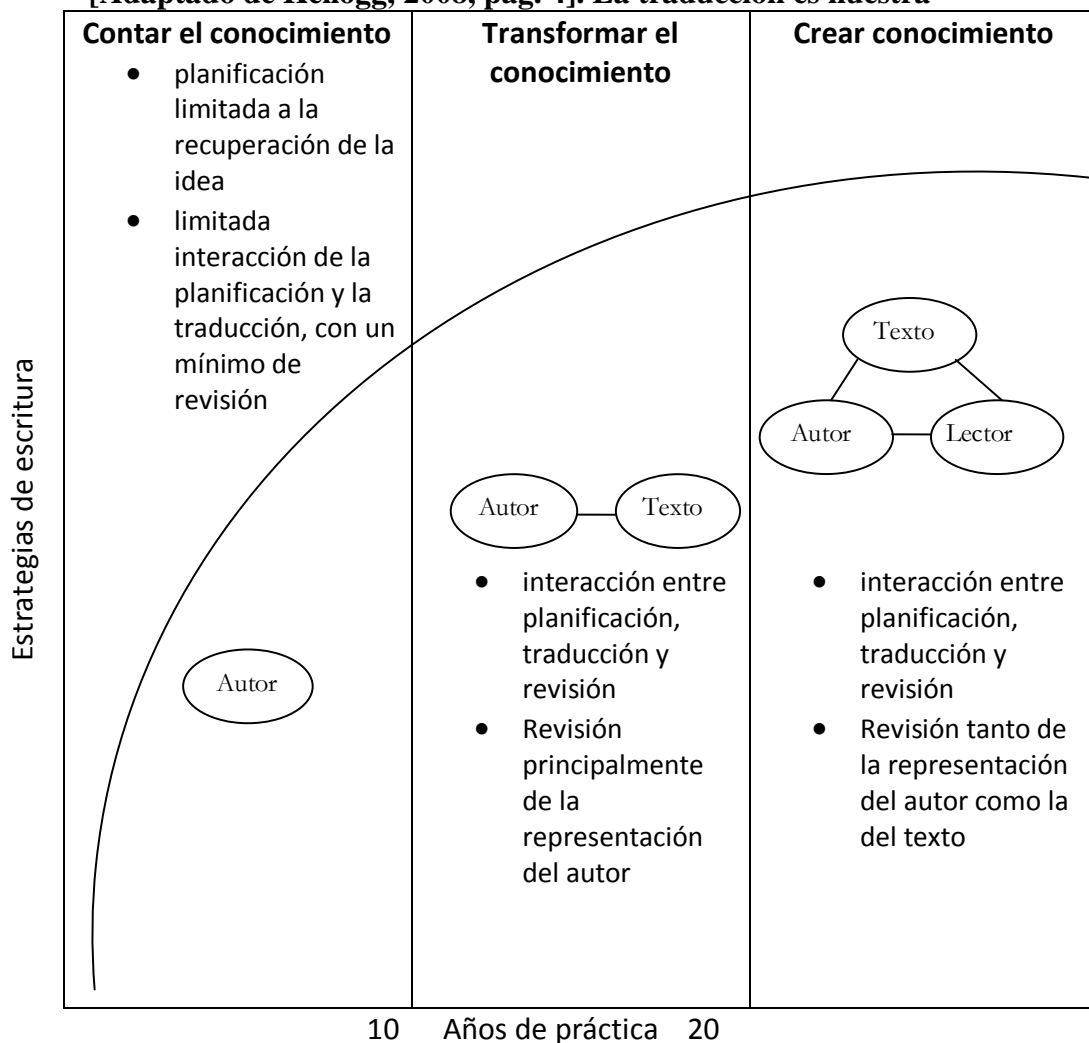
Las dos primeras etapas propuestas en el modelo de Bereiter y Scardamalia (1987; 1992), han sido muy estudiadas, sobre todo en poblaciones de estudiantes secundarios y universitarios (considerados no-novatos). Lo novedoso del modelo de Kellogg es su propuesta de la tercera etapa, entre otras cosas, porque los investigadores con cierta experiencia, que se supone hacen un uso experto de la escritura han sido muy poco abordados como objeto de análisis. También es muy importante respecto al aporte acerca del lector, ya que no es hasta esta tercera etapa que el autor puede tener en cuenta durante la composición, las posibles representaciones del destinatario y del acto de escribir. Si bien el lector suele estar presente de alguna manera en las tres etapas, no es hasta esta tercera que impone un cambio profundo en la manera de escribir. Kellogg menciona que la idea de esta tercer etapa continúa la línea iniciada por Walter Ong (1978) quien ya entonces sostenía que el escritor competente crea en su mente una audiencia ficticia para entender cómo se comprenderá el texto y para ello debe hacer explícito en el texto aquello que el lector no sabe. Por último, Kellogg sostiene que el desarrollo cognitivo necesario en un escritor experto no se completa con la finalización del nivel universitario o posgraduado, sino que para ser considerado un escritor eficaz, suele hacer falta experiencia —él habla de alrededor de diez años—



Como sostiene Bazerman (1988) el científico puede ser considerado experto en muchos aspectos relacionados con la escritura y la disciplina, que aprovecha y le sirven a la hora de escribir, pero lo que realmente lo destaca como experto es el poder interpretar el texto desde el punto de vista de la comunidad científica en su conjunto.

En el siguiente gráfico podemos ver el interjuego de los componentes del modelo (texto, lector y escritor) y cómo opera el factor *años de experiencia*.

**Gráfico 4.2. Macro-etapas del desarrollo cognitivo según Kellogg**  
[Adaptado de Kellogg, 2008, pág. 4]. La traducción es nuestra



La propuesta de Kellogg (2008), pone de relieve la notable complejidad del proceso de escritura: para escribir como experto harían falta dos décadas de dedicación a la escritura. La población que es foco de nuestro interés está compuesta por investigadores y científicos, quienes están altamente escolarizados.

Estos lectores y escritores son expertos en, sobre todo, un tipo determinado de texto. Han leído y escrito artículos científicos, comunicaciones para congresos, libros, dirigido a pares, redactando exámenes, informes, pedidos de subsidios, etc. Esta pericia o conocimiento de los textos se adquiere, sobre todo en la práctica antes que a través de una reflexión guiada y sistemática. Por otra parte, los textos que producen y leen están dirigidos principalmente al mundo académico y no a la divulgación. Es decir, esta población, los científicos, no suele contar con una formación o reflexión sobre las particularidades de los textos de divulgación de la Ciencia, como tampoco sobre el proceso de escritura y lectura.

- *Modelo de Fitzgerald y Shanahan*

Otros modelos de la Psicología Cognitiva clásica proponen considerar escritura y lectura como dos caras de una misma moneda. Fitzgerald y Shanahan (2000) aportan un modelo evolutivo y plantean que tradicionalmente escritura y lectura han sido consideradas como dos procesos separados e independientes, pero ellos las entienden como complementarios. La razón de tal separación podría explicarse de tres formas: a) escritura y lectura cuentan con una valoración social diferenciada. b) las políticas educativas dominantes impusieron esta división apoyadas en cuestiones curriculares. c) razones dadas por teorías pedagógicas y cognitivas. Y las refutan desde aspectos teóricos diferenciados: a) Aspecto retórico: ambas son actividades comunicativas análogas. b) Aspecto procedimental: son actividades funcionales que se utilizan en conjunto con otras metas. c) Aspecto cognitivo: el conocimiento en ambos procesos es compartido siguiendo un desarrollo evolutivo paralelo (en este último está el centro de interés de estos autores). La escritura y la lectura comparten categorías de pensamiento tales como:

- Metacognición: Conocimiento sobre las funciones y propósitos de la lectura, conocimiento sobre la interacción entre ambos procesos, estrategias de producción, elección de palabras y control del propio conocimiento y de la construcción de significado.

- Textual: Ambos procesos comparten la identificación y generación de letras y palabras, conciencia fonológica y todo lo relativo a lo normativo y a la organización del texto.
- Procedimental: Tanto la escritura como la lectura implican integrar conocimientos y procesos, como por ejemplo, activación de los conocimientos previos.

A partir de su extenso meta-análisis, Fitzgerald y Shanahan (2000) distinguen 6 grandes estadios en su modelo evolutivo en relación a la adquisición de la Lectura y Escritura. Los primeros tres (*Raíces de la alfabetización, Alfabetización inicial y Fluidez y confirmación de lo impreso*) en las sociedades contemporáneas alfabetizadas habitualmente ocurren durante los primeros 6 o 8 años de vida y conducen a apropiarse de la escritura, asegurando un dominio básico. Las siguientes tres etapas son las que resultan de mayor interés para nuestro estudio ya que en ellas la relación de la lectura y la escritura con el conocimiento es clave.

- Estadio 4- *Lectura y Escritura para aprender*: Ubican a este estadio alrededor del cuarto grado de enseñanza primaria (entre los 7 y los 9 años). Hasta este momento el esfuerzo de los niños estaba puesto en lo impreso, pero a partir de esta etapa pueden empezar a consolidar lo aprendido y focalizarse en la comprensión e interpretación de las ideas y pensamientos y ambos procesos compiten con otras fuentes de conocimiento, incrementándose lo abstracto. Cobra importancia el monitoreo del aprendizaje propio y los conocimientos previos. Es decir, a partir de este estadio, lectura y escritura sirven para aprender ideas nuevas. Se complejizan los atributos y estructuras textuales.
- Estadio 5- *Integración de puntos de vista*: Incorporación de la diversidad de puntos de vista posibles (alrededor de los 14 a 18 años). Si bien sigue en proceso la complejización iniciada en el estadio anterior, en esta se incorpora la posibilidad de distinguir la

diversas posturas y el análisis crítico de lo que se lee y escribe. La escritura, por medio de la revisión, permite buscar la compatibilidad con el lector, respecto creencias, intenciones, etc.

- Estadio 6- *Construcción y reconstrucción, visión propia del mundo*: Estadio de la madurez en que se incorpora la importancia de lo contextual y lo relacional de cada aseveración y los distintos tipos de argumentaciones. Lo más importante en este estadio es la posibilidad de construir conocimiento a partir de la lectura y la escritura, a través del análisis profundo, del juicio personal y de síntesis. Evidencia una comprensión cabal de los propósitos de la lectura y escritura.

Habiendo revisado los modelos de Emig, Flower y Hayes, Bereiter y Scardamalia, Kellogg y Fitzgerald y Shanahan, podemos coincidir con Nystrand (2006) quien sostiene que los primeros modelos cognitivos de la escritura al principio representaron al escritor individualmente, considerando la audiencia como una parte externa del proceso. También Olson, en sus trabajos tempranos (1977) habla de las posturas que entienden al escritor como autónomo: al no haber interacción con el lector, la escritura puede entenderse como un acto autónomo, sin referencias directas al lector. A medida que la investigación incorporó con mayor profundidad el aspecto social, la relación escritor-lector cobró una mayor relevancia. Al analizar los trabajos pioneros en cuanto a cómo consideraron la audiencia, Nystrand señala que el modelo de Emig (1971) apenas consideró al lector, ya que se basó en la idea de escritura como composición más que entendida como comunicación o acto retórico y destacando que si existe una persona significativa para el escritor, es el docente y no el lector. En el modelo de Flower y Hayes (1981, 1996) la audiencia impone una restricción importante, pero no es tampoco un elemento central sino que es parte del contexto de escritura.

Los estudios actuales sostienen que una vía a partir de la cual se sostiene la estrecha relación entre escritura y lectura es que al escribir para una audiencia, el autor debe desdoblarse continuamente al papel del lector —o de los lectores potenciales. Tal como se aprecia muy claramente en el modelo de Bereiter y

Scardamlalia, en su expansión por parte de Kellogg y en el modelo de Fitzgerald y Shanahan, la escritura le permite al escritor guiar al lector por medio del metadiscurso, siendo funciones que antes se depositaban en el lector y que ahora han pasado al escritor en forma de guías o indicadores dentro del texto. Muchas de estas guías pueden reconocerse incluso, en los procedimientos que los docentes actualizan en sus prácticas en el aula. Es a través de este cambio que, para Teberosky (2007), en los últimos años la escritura es concebida de una manera novedosa:

Por eso, si consideramos la actividad, decimos que la escritura del texto es obra del lector, mejor dicho, de la posición enunciativa del escritor como lector. Desde este punto del vista del producto, genera un conjunto de unidades y de partes textuales que constituyen las trazas de la actividad del escritor-lector, cuando piensa en el lector del texto (...) Se trata de procedimientos del escritor en su posición de lector, cuando piensa en el lector del texto (pág. 22).

Más allá del estilo particular de cada escritor y del desafío que supone (Castelló, 2007; Carlino, 2005; Snow y Uccelli, 2008), lo que caracteriza al escritor como creador de conocimiento (Gopen y Swan, 1990; Hyland, 1996; 2001; Kellogg, 2008) es esta capacidad de tener en la mente el tipo de interpretación que el lector hará del texto así como la representación del autor del contenido del texto y de sus ideas.

Los modelos presentados hasta aquí se centraron en los procesos cognitivos, prestando poca atención al análisis de los textos que resultan del proceso de composición. Trabajos como los de Gárate Larrea (1994); Sánchez Miguel (1993); Van Dijk (1977); Van Dijk y Kintsch (1983) destacan la importancia de la organización textual o estructura del texto, la que además dejaría trazas de las representaciones cognitivas del escritor (Sanders y Schilperoord, 2006). Asimismo, la estructura del texto es uno de los factores que más influyen en el nivel de comprensión del texto por parte de los lectores (Mateos, 2001).

#### 4.2. La escritura desde los enfoques centrados en el contexto socio-cultural

A partir de los enfoques anteriores de la Psicología Cognitiva más clásica centrados en el escritor como individuo –aunque integrando eventualmente su interacción con el lector, como vimos– surgieron visiones que incluyeron e integraron, por ejemplo, factores como el contexto social y cultural, concepciones y actitudes personales, etc. que operan en el proceso cognitivo que se pone en juego en una situación comunicativa específica (Castelló y Milian, 1997; Castelló, 2007). Para Bazerman y Rogers (2008) la escritura tiene un impacto en el pensamiento y en el conocimiento que debe ser entendido en relación a las prácticas y circunstancias sociales, culturales e históricas, que a su vez repercuten en la organización social y cultural.

Según Cassany (2006) el discurso tiene un marcado componente sociocultural y la manera de entenderlo responde a tres concepciones sobre las relaciones entre el texto, el lector, el escritor y el contexto:

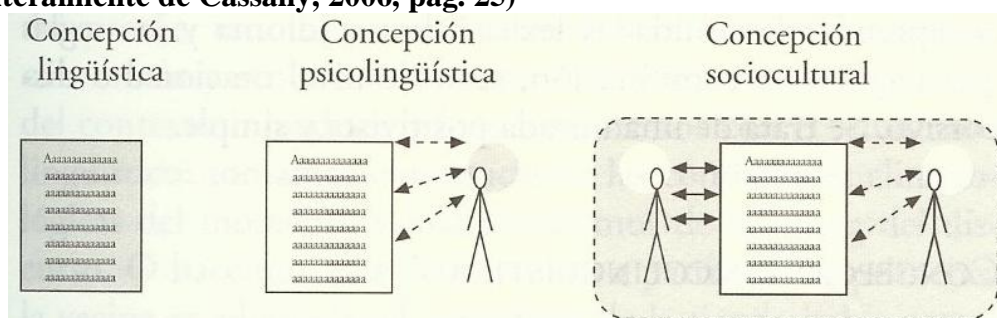
a) *Concepción lingüística*, según la cual el significado está en el texto, por lo que para los distintos lectores debería ser el mismo, incluso en lugares y momentos distintos.

b) *Concepción psicolingüística*, que explica por qué un lector puede entender de un texto, cosas que no están dichas en él. El mejor ejemplo de esto sería la comprensión de una ironía y por qué los textos no contienen todo lo que los lectores entienden a partir de la lectura. Para Cassany (2006) la comunicación humana es económica y práctica, por lo que basta con que en el texto se presente determinada situación para que el lector actualice su red conceptual y le imprima su significado particular. Esta última concepción se relaciona con la teoría de los esquemas (Rumelhart, 1984). Almacenamos en la memoria lo que sabemos, esos conocimientos se actualizan a partir de *esquemas de conocimiento* que nos orientan y ayudan en la comprensión del mundo. Ante una situación nos enfrentamos a ella según nuestras expectativas generadas a partir de la detección de secuencias reguladas (como el típico ejemplo del restaurante, en el que al encontrarnos en uno, nos comportamos según el guión típico esperable).

c) *Concepción sociocultural*, que explica la construcción del significado en la mente del lector, pero pone el énfasis en otros puntos, como el origen social del significado de las palabras y del conocimiento que aporta el lector. El discurso refleja puntos de vista, por lo que discurso, lector y autor son parte de las prácticas de lectura o lo que Cassany llama *actos de literacidad*, en los que hay propósitos sociales concretos. “Discurso, autor y lector son piezas de un entramado más complejo, con normas y tradiciones fijadas. Cada acto de literacidad es una práctica social compleja que incluye varios elementos” (Cassany, 2006, pág. 34). Esta última concepción parece ser la que también adhiere Eliseo Verón en lo que llama *contrato de lectura*: al establecer una relación con un texto, las marcas temáticas, sintácticas y enunciativas funcionan como un trasfondo modélico que establecen una relación implícita entre emisores y receptores, generando y consolidando ciertas expectativas y predicciones (Zecchetto, 2006).

Mostramos a continuación un gráfico que muestra la relación del texto con el lector según las tres concepciones consideradas por Cassany (2006).

**Gráfico 4.3. Concepciones de comprensión lectora (extraído literalmente de Cassany, 2006, pág. 25)**



El foco e incorporación de los aspectos sociales a la comprensión del discurso, influyó en la manera de entender la escritura también en disciplinas como la Didáctica y Ciencias de la Educación. Una muestra de ello es, por ejemplo, el surgimiento de WAC (*Writing Across the Curriculum* ó Escritura a través del Curriculum, tomándola como eje transversal) que sostiene que las disciplinas, además de su cuerpo conceptual están conformadas por maneras particulares de escritura (que a su vez, determinan particulares formas de pensamiento) que deben

aprenderse –y enseñarse– de modo explícito y deliberado. Nystrand (2006) sugiere que la mayoría de los modelos evolutivos de la escritura se basaron en la idea de que el aprendizaje de la escritura requiere el desarrollo de la capacidad de producir textos autónomos, independientemente de la interacción escritor-lector. Esta postura fue revisada a partir de, principalmente, de los aportes de Vygotsky (1962, 1978, 1983) y de Bajtin (1973) y que arrojó luz sobre cómo pensar la evolución de este tipo de procesos cognitivos en relación a la escritura al situarlos en una cultura y en momentos históricos determinados. Bajtin postuló que cada acto de escritura es un acto interactivo, una declaración dialógica. Idea que dio origen a que en los años 90, ante la pregunta *¿qué es la escritura?*, la respuesta se volviera más social, concentrándose en comprender los procesos de escritura y lectura de manera situada en los diversos contextos en los que se lleva a cabo. El cambio de visión, multiplicó las investigaciones dedicadas a entender la escritura en sus múltiples manifestaciones. Muestra de ello es el surgimiento de revistas especializadas en el tema, los *Handbooks*, reuniones científicas, etc.

Muchas de esas investigaciones y líneas de trabajo destacaron sobre todo el valor epistémico de la escritura y de la lectura. Olson (1998) sostiene que no vivimos en el mundo material, sino en el mundo representado por sus artefactos o sus sistemas de representación y en ese sentido la escritura, más que una herramienta mnemónica, cumple una función epistémica: no sólo para recordar lo pensado, sino para ver lo pensado o dicho de una manera particular. Esa mente letrada a la que hace referencia es la que nos permite comprender el mundo y comprendernos a nosotros mismos:

La mente es, en parte, un artefacto cultural, un conjunto de conceptos, formado y modelado en el contacto con los productos de actividades letradas. Estos artefactos forman parte del mundo al igual que las estrellas y las piedras con las que una vez se los confundieron. La invención de estos artefactos puso un sello imborrable en la historia de la cultura; aprender a enfrentarlos pone un sello imborrable en la cognición humana (...) parece no haber dudas sobre el hecho de que la escritura desempeñó un papel crítico en la producción del cambio de un pensamiento acerca de la cosas a un pensamiento acerca de las



representaciones de esas cosas, es decir, pensamiento de pensamiento (Olson, 1998, pág. 310).

En síntesis, la escritura supone un proceso complejo que demanda ciertas habilidades cognitivas, a la vez que moldea la construcción de conocimiento y actúa como mediadora del pensamiento. La visión actual acerca de los procesos de escritura y lectura es que son actividades cognitivas y socioculturales, dejando de ser considerados actos independientes y privados, separados de su momento histórico y de un determinado contexto. Este avance a partir de la visión sociohistórica lleva a entender que cualquier acto de comunicación, como concebimos los textos de divulgación, está determinado por componentes cognitivos y socioculturales. Según estas posturas el significado no estaría en el texto sino en la mente del lector (y del autor en tanto lector de su texto), ya que continuaría elaborándose en relación a los conocimientos aportados por éste de acuerdo a sus objetivos, contexto histórico, social y cultural. Cualquier locución para la comunicación inteligible (en cualquier formato, ya sea en voz alta o por escrito) es la expresión y producto de la interacción social de los tres participantes: el hablante o autor, el oyente o lector y el tema del discurso (Prior, 2006).

Si bien la escritura es una construcción personal, surge a partir de nuestra participación en determinada cultura y sociedad. La escolaridad tradicionalmente es la que ofrece los primeros encuentros sistemáticos con conocimientos especializados como pueden ser los científicos, literarios, históricos, legales, económicos, etc. Asimismo estos encuentros moldean las formas que adoptan la alfabetización en general y la lectura y escritura en particular, por ejemplo, la relación de la escritura en un determinado dominio escolar (Nystrand, Gamoran y Carbonaro, 2001 citado por Tynjälä, 2001).

#### **4. 2.1. LOS CIENTÍFICOS Y LA ESCRITURA**

Ya hemos mencionado los estudios pioneros que tomaron la escritura como objeto de estudio, basándose en las diferencias entre expertos y aprendices. En este apartado vamos a ocuparnos de un caso particular de escritura experta, la realizada por los científicos como modo de llevar a cabo su oficio y dar a conocer sus

conocimientos –sea para comunicarlos y validarlos en el seno de su comunidad profesional, o en una comunidad más amplia–.

Las escrituras especializadas como la académica o de divulgación también son entendidas desde el punto de vista dialógico, resultado de las prácticas –académicas o divulgativas– que influyen sobre la mente del escritor y que lo inscriben en el contexto retórico definido por esas mismas prácticas, lo que Teberosky (2001) llama el lector histórico entendiéndolo como el diálogo del texto propio con los otros textos que dejan marcas en la producción.

Tal como decíamos en el inicio de este capítulo, la ciencia tiene un vínculo sólido e indisoluble con la escritura ya que es la herramienta que le permite comunicar los avances, expresar el pensamiento y el conocimiento, revisarlo, etc. Así, las antiguas *Sociedades Reales*, donde se concentraba la producción científica en forma de revistas impresas, se convirtieron en grandes centros de aprendizaje, muestra de ello, es el Proyecto de Sociedades Académicas que rescata la archivística de las mismas y en la que podemos encontrar la historia de las publicaciones científicas. Myers (1990) agrega que hasta el artículo de un solo autor, debe ser considerado un acontecimiento social.

Ahora bien, notemos que incluso desde el comienzo de la imprenta, el conocimiento publicado fue leído en su mayoría por una audiencia más amplia que la prevista y concebida al ser escrito. Los cambios industriales y sociales del siglo XVIII que provocaron el desarrollo científico causaron una notable dispersión del conocimiento a causa de estas audiencias populares. Gracias a ese interés popular por el conocimiento, surgieron las primeras Enciclopedias y un siglo después revistas de divulgación como *Scientific American* que comenzó a publicarse en 1845 (Bazerman y Rogers, 2008).

A pesar de que en relación a la Ciencia, el discurso es la herramienta por excelencia que permite el acceso a los conocimientos, a los textos, etc., recién en los últimos años, se ha comenzado a investigar y prestar atención a su importancia e influencia en los procesos de construcción de conocimiento académico y científico (Camps, 2007) y a la fecha son contadas la investigaciones de discurso en el campo de la divulgación de la Ciencia.

Esta nueva línea de investigación aborda el análisis del discurso científico desde varios aspectos como lo que se conoce como alfabetización académica o disciplinar: una disciplina involucra no solo lo conceptual, sino apropiarse de su terminología, formas de expresión y los tipos de textos relacionados con la disciplina, que van moldeando una manera particular de entender el mundo y sus fenómenos. Es decir, convertirse en científico implica aprender a hablar y escribir según las normas establecidas por la comunidad científica con determinado patrón semántico y una manera específica de construcción de significados (Baram-Tsabari y Lewenstein, 2012; Lemke, 1990). Algunos estudios afirman, incluso, que el conocimiento sólo existe en la forma en que es expresado (Latour y Woolgar, 1979; Ziman, 1978).

Pensemos en un estudiante universitario a quien por primera vez se le pide que redacte un informe o un proyecto o que aborde las primeras lecturas de artículos, que tal vez contengan una gran cantidad de términos técnicos aún desconocidos para él. Estas tareas pueden suponerle un desafío para el que tal vez no cuente con los recursos y ayudas necesarios (Castelló, 2007). Para resolverlas suele apoyarse en las interacciones con sus colegas más expertos y/o director, lecturas de otros trabajos científicos o en las correcciones que le realizan, pero no acostumbra a ser un aprendizaje explícito ni formal. Si parte del aprendizaje de la ciencia es poder expresarse según su lenguaje particular, contar la ciencia al público lego supone ulteriores aprendizajes, ya que exige una “adaptación” del discurso y el uso de estrategias para transmitir un concepto sin la utilización de jerga científica (Baram-Tsabari y Lewenstein, 2012).

La investigación que aborda la escritura en contextos académicos, científicos, de la divulgación de la ciencia y los aportes hechos desde los modelos sobre procesos cognitivos de escritores expertos y novatos, así como de la investigación sobre los géneros textuales contribuyeron y contribuyen a entender mejor este tipo de escrituras especializadas.

#### **4.2.2. GENERO DISCURSIVO COMO NOCIÓN PARA PENSAR LAS ESCRITURAS ESPECIALIZADAS DE LA CIENCIA**

Los géneros son postulados sociales implícitos que permiten a los lectores reconocer los discursos a partir de las características que presentan, aunque es una noción que tiene sus límites, ya que en la práctica no resulta fácil reconocerlos con claridad o identificar ejemplares puros (Zecchetto, 2006). En un ya clásico trabajo Swales define género como:

Una clase de eventos comunicativos con propósitos y metas compartidas. Los géneros están situados dentro de comunidades discursivas y son creados y etiquetados por los miembros de dichas comunidades (1990, pág. 58, citado por Marinkovich, 2005).

El género orientaría tanto la escritura como la lectura de un texto. En este sentido nos parece muy importante, porque supondría desde el inicio de una noción del Otro –el lector–, en la medida en que un texto debe ajustarse mínimamente a unos géneros para orientar la lectura, lo que al lector le servirá de hoja de ruta para abordar un texto.

Como se desprende de la definición aportada por Swales, el género se basaría en dos cuestiones básicas: las reglas de producción y la socialización o institucionalización de las reglas y su reconocimiento (Zecchetto, 2006):

Las reglas de los géneros marcan los discursos dándoles “características regulares”, estables y reiterativas, permitiendo así clasificar un discurso, facilitando de ese modo el acceso al mismo. Pero ese acceso es posible mediante la comprensión compartida, “institucionalizada” de dichas reglas, ya que ella define los rasgos de cada género. (...) Los géneros se constituyen a partir de “postulados sociales” implícitos por los cuales “los lectores reconocen” cierto tipo de discursos a partir de las propiedades que éstos presentan (págs. 275-276).

En el mismo sentido, Kruse e Ilie (2010) definen *género* como una práctica retórica tipificada en situaciones comunicativas reiteradas que ayuda a los

miembros de comunidades comunicativas a estructurar el conocimiento y comunicarse de manera efectiva. Por otra parte, Karsten (2010) sostiene que en el “diálogo escritor-lector” hay dos conceptos que juegan un papel fundamental: el género y el estilo. Desde el punto de vista dialógico, *género* se refiere a una posición sistematizada de la comunidad lingüística que se cristaliza en formas funcionales genéricas del discurso que el escritor debe tener en cuenta. Se concibe al *estilo* como la manera en que el escritor formula su posición específica e individual en relación con el género (Bajtin, 1982). Y volviendo a Zecchetto: “el contexto define el perfil que asumen los discursos y cómo ellos se van conectando con el conjunto de la realidad social, estableciendo el juego de sus usos pragmáticos” (2006, pág. 248).

El contexto influye de múltiples modos en el texto, mostrándose a través de un género discursivo, que a su vez influye en el contexto: “El sentido es siempre un hecho contextualizado (...) lo podemos considerar un mensaje situado: hecho por alguien para alguien” (Zecchetto, 2006, pág. 253). A su vez, encontramos que el lector tiene un propósito de lectura, que determina asimismo la interpretación y evaluación que hará del texto (Bazerman, Bonini y Figueiredo, 2009).

El concepto de género ayuda a enmarcar y entender las necesidades específicas de comunicación, aunque como se dijo, pueden ir más allá de los modelos de géneros tradicionales aprendidos en el paso por la escolaridad.

El análisis de los géneros implica ciertas dificultades metodológicas. Al ser una entidad abstracta, se materializa por medio de un objeto empírico –el texto–, que puede tomar una multiplicidad de formas o combinaciones. Los géneros tienen una naturaleza dual: por un lado regulan el seguimiento del patrón común y por el otro, la singularidad que tiene cada texto particular. Una de las primeras dificultades que surge es la diversidad de los géneros que hacen difícil su descripción, ya que además van mutando, es decir, no son entidades fijas, a pesar de permitir cierta regularidad que permite tanto a productores y receptores reconocerlos (Coutinho y Miranda, 2009; Verón, 1987). Ahondar en las distintas visiones teóricas sobre el género excede este trabajo, pero es importante tener en claro que los géneros cobran identidad por medio de los textos, que a la vez les

imprimen sus características particulares, siendo parte de un proceso dentro de un conjunto más amplio de actividades semióticas.

Las investigaciones abordaron este tópico desde distintos puntos de vista. La visión tradicional entiende al *género* como formas fijas, repetitivas, reconocibles y compartidas de situaciones comunicativas. El contexto suele ayudar a ubicar los diversos géneros (como el típico ejemplo en el que una persona puede comprender un menú porque sabe que está en un restaurante). Si bien podemos hallar un continuo entre visiones más cerradas hasta posturas más abiertas y actuales, como podría ser entenderlo como actos humanos y situados, por lo general la imagen cultural prototípica es la de entender la escritura (y por ende, el género en el que se expresa) como un acto individual, solitario y al texto como un artefacto permanente que luego se encontrará con el lector en algún momento, en otro lugar (Prior, 2006). Para Swales (2006) el papel del género es el de mediar entre las situaciones sociales y el texto que responde estratégicamente a las exigencias de esas situaciones. El objetivo del análisis de los géneros debe ser realizar un seguimiento de las regularidades e irregularidades, explicadas en función de las circunstancias sociales y retóricas en que se dan esos géneros. Para Barzerman, Bonini y Figueiredo (2009) el concepto de género es útil porque permite acercarse a discursos especializados, que van más allá de lo aprendido en la alfabetización formal. Brasil es uno de los pocos países (sobre todo de entre los que no son anglosajones) que ha introducido el género en la enseñanza obligatoria, incluyéndolo en los Parámetros Curriculares Nacionales.

Sobre los textos científicos como género, Lemke (1998) sostiene que son multimediales, ya que la combinación de diversos soportes juega un rol crucial en la construcción de significado. El análisis de género también está determinado por la situación particular de estos textos. Nos preguntamos en relación a nuestra investigación cómo perciben los investigadores los textos de la divulgación de la ciencia. ¿Cómo un subgénero del género académico?, ¿cómo un género en sí mismo? ¿La concepción sobre género estará determinada por sus representaciones más generales?

A continuación analizaremos los dos tipos de escritura, la académica y la divulgativa, acercándonos un poco más al foco de análisis de nuestra investigación.

#### **4.2.3. ESCRIBIR PARA LA ACADEMIA**

En la primera parte de este Capítulo expusimos algunas investigaciones que abordan la temática de la escritura experta, entre las cuales podemos ubicar la académica. Para nuestra investigación nos hemos preguntado dónde radicaría la pericia. Por un lado queda claro que los investigadores, al ser productores de conocimiento, son expertos en la temática de su producción o tópico del texto.

Respecto a la estructura de los textos que suelen escribir también serían considerados expertos, ya que, sobre todo componen textos de géneros muy delimitados y particulares, como pueden ser los artículos científicos, informes, evaluaciones, etc.). El texto académico tiene determinadas características discursivas: textura –relaciones discursivas entre las partes como la cohesión y coherencia–, finitud –límites del texto– y características semánticas como la interpersonal –tener una idea del tipo de lector– y la ideacional– contenido– (Halliday 1994).

Características como la nominalización y las relaciones enunciativas (citado y citante, en ese aspecto puede decirse que la intertextualidad es una co-escritura), permiten sostener que la arquitectura o estructura de un texto académico (IMRD: Introducción, Método, Resultados, Discusión) se realiza no sólo por medios lingüísticos, sino también por medio de estos dos tipos de recursos (Teberosky, 2007).

Los estudios sobre la escritura académica se centraron en la manera particular de cada disciplina y en los géneros como marcas textuales disciplinares (Prior, 2006). Esta postura establece que los textos (en tanto géneros) no están aislados, sino unidos en cadenas de producción, distribución y recepción. Cada género se relaciona con los demás, ya que debemos pensarlo como una red de géneros. Así, por ejemplo, un artículo científico se vincula con los demás géneros científicos disponibles. Para Bhatia (2005):

Cada disciplina posee su propio repertorio de géneros, que raramente se usa en otras disciplinas. Cada disciplina (...) tiene sus procedimientos particulares para construir, interpretar y usar los géneros. Éstos se usan para fijar las características de la pertinencia a

una disciplina, para determinar y validar los datos que puedan construir sus razonamientos apropiados y para hacer aportaciones sustanciales al campo correspondiente. Todos estos factores contribuyen a establecer las formas típicas de pensar y comportarse dentro del marco de una disciplina o subdisciplina específica (citado por Cassany, 2008, pág. 18).

Algunas investigaciones sobre “alfabetización disciplinar” (o lo que se denomina *disciplinary enculturation*), analizan entre otras cosas, las actividades de escritura particulares de cada disciplina y cómo ellas afectan o se ven determinadas por las prácticas particulares. Estos estudios sobre la escritura académica y profesional dan cuenta de la dificultad y complejidad que implica la escritura en nuestra sociedad y que las personas que escriben deben constantemente aprender de todos los géneros disponibles. Y en consecuencia, de la importancia de tener un aprendizaje explícito sobre la escritura desde los primeros pasos de la alfabetización hasta los más altos grados académicos, ya que la mayoría de los estudios develan que la mayoría de las actividades letradas se llevan a cabo de manera implícita, es decir, aprendidas implícitamente (Prior, 2006).

Raramente somos conscientes de la estrecha interrelación que existe entre la escritura, pensar, saber y ser. Tendemos a creer que leer y escribir son simples canales para transmitir datos, sin más transcendencia. Que las ideas son independientes de la forma y los procesos con que se elaboran. Que lo que somos y la manera como nos ven los demás no tiene relación con los textos que manejamos. Ignoramos la influencia que tiene la escritura en nuestra mente (Cassany, 2006, pág. 17)

Quien aporta una mirada novedosa sobre los científicos y la imagen que tienen de sí mismos como escritores es Larry Yore y colaboradores (Yore, Bisanz y Hand, 2003; Yore, Hand y Florence, 2004; Yore, Hand y Prain 2002), quienes sostienen que hay dos tipos de escritores científicos: el científico profesional (quien pertenece a una comunidad discursiva particular) y los alfabetizados en ciencia (*science-literate*). Consideran que en la literatura actual no hay un marco teórico



que explique qué entendemos por un buen escritor científico, quien debería desarrollar una serie de estrategias para llegar a las múltiples audiencias posibles como lectores jóvenes, adultos legos y académicos. Aunque dejan claro que también hay objetivos de escritura distintos: los escritores científicos escriben o bien para informar y persuadir (a otros colegas de sus hallazgos, validez de su propuesta, etc.) o para enseñar y aprender, cada uno de las cuales implica una imagen de escritor diferente. Esta imagen de escritor en función del objetivo, debe ser enseñada y aprendida explícitamente (Yore, Hand y Prain, 2002). La bibliografía sugiere que los escritores científicos expertos tienen y aplican conocimiento de dominio y conceptual, así como un control metacognitivo y ejecutivo del discurso y estrategias de composición para resolver problemas comunicativos (Yore, 2000; Yore, Hand y Prain, 2002). Lo que los haría expertos en tanto escritores es la representación explícita de los problemas comunicativos relacionados con los modelos mentales de contenido y escritura sobre los que elaboran un esquema previo, en función del cual planifican, prueban y corrigen sobre la marcha. Para Yore, Hand y Prain (2002) esto les permite desarrollar habilidades lingüísticas, cognitivas y retóricas características de una buena escritura científica siguiendo las convenciones y expectativas.

Por su parte, Bazerman (1988) cree que los buenos escritores necesitan conocer explícitamente todo tipo de convenciones, géneros, discursos y comunidades discursivas sin restringirse a un solo tipo de formato. Pero, por lo general, los estudiantes tienen poca ayuda en el proceso de escribir y leer para aprender y se supone son habilidades que ya han aprendido y solo deberían aplicar a nuevos contextos (Camps, 2007). En el ámbito académico, se suele aprender a través de la composición grupal de artículos, elaboración de informes, referatos, etc., sin contar con una explicitación clara de todo lo que este tipo particular de escritura significa, salvo aquellas universidades donde se lleva adelante programas y proyectos explícitos de escritura, en general, y de escritura académica, en particular. Las universidades anglo-sajonas son las líderes en ese sentido con los programas como el ya mencionado WAC –*Writing across the Curriculum*, que busca mejorar la lectura y escritura de los alumnos universitarios–, WID –*Writing in the disciplines*, que es muy parecido al WAC, pero con una mayor atención a la relación escritura-lectura en una determinada disciplina– y ACLITS –*Academic*

*Literacies*, que busca promover una reflexión de lo que son las alfabetizaciones académicas– (Russell *et. al*, 2009).

La escritura en la Academia no es sólo una herramienta para construir conocimiento científico, sino una vía de socialización dentro de la comunidad científica. Un ejemplo de esto, son los resultados de una investigación llevada a cabo por Yore, Hand y Prain (2002) en la que a partir de entrevistas a 17 investigadores, concluyeron que los criterios de evaluación son diferentes según los géneros, mostrándose esta población muy escéptica respecto a los textos divulgativos, ya que sostienen que es un género que debe tener criterios de rigurosidad diferentes a los de los textos académicos. De los 17 entrevistados, sólo 7 mencionan la audiencia como un factor a tener en cuenta, es decir, no tienen en cuenta algunos factores que Yore, Hand y Prain (2002) mencionan como necesarios para ser considerados expertos.

El estudio de Yore, Hand y Prain (2002), muestra que para esos escritores-investigadores, la escritura académica tiene la función principal de informar y persuadir e intuitivamente creen que la escritura puede ayudar a construir conocimiento y comprensión, pero aparentan usar el modelo de “*Decir el conocimiento*” en lugar del “*Transformar el conocimiento*” de Bereiter y Scardamalia (1987). No tienen una noción clara de sus procesos metacognitivos, es decir, no son conscientes de los beneficios cognitivos respecto a la conceptualización, desconociendo el impacto que la composición tiene sobre su comprensión. Estos resultados confirmarían los postulados de Gailbraith (1992) sobre que los expertos manejan cada dimensión de la escritura, pero de manera separada, no integrada y que tienen un gran escepticismo sobre las escrituras que no son académicas.

Para algunos expertos y académicos es muy difícil escribir para no especialistas sobre su área de investigación y hacerlo de manera comprensible. Es decir, tienen dificultades para salir de su jerga o área de especialización. Los expertos podrían verse limitados al escribir para audiencias más amplias, dada su inmersión en los conocimientos especializados, que los llevaría a tener ciertos conflictos en cuanto a tomar en cuenta la perspectiva de esa audiencia. La investigación ya ha demostrado la importancia de tener en cuenta al lector en lo que

hace a la calidad de un texto. Sin embargo, poco se ha investigado acerca de los procesos cognitivos en relación a la audiencia mientras se lleva a cabo la escritura (Schulte-Löbbert, Jucks y Bromme, 2007).

### **4.3. Escritura para divulgación**

¿Qué caracteriza la escritura en divulgación? ¿Es diferente a la escritura académica o simplemente una versión simplificada de ella? La población que nos interesa indagar –investigadores del área de la física en relación a sus concepciones sobre la transmisión y adquisición de conocimiento científico por medio de textos de divulgación científica– es considerado experto en tanto su autoría de textos académicos. ¿Podemos considerarlos expertos también como escritores de divulgación?, ¿o ese tipo de escritura demanda recursos y posicionamientos diferentes?, ¿cómo influye su experiencia en la composición de escritos académicos en su desempeño como autores de textos de divulgación para un público amplio?

La ciencia es una actividad social y gran parte de su calidad social se debe a la elaboración de explicaciones que deben ser entendida por otros. Como planteamos al tratar la escritura académica, esto conlleva bastantes dificultades cuando esas explicaciones van dirigidas a colegas. Pero una cantidad de obstáculos distintos aparecen cuando la explicación está dirigida a no-científicos, ya que deben ser reformuladas de manera totalmente diferente (Turney, 2004, 2008).

La divulgación se define como el “proceso por el cual se hace llegar a un público no especializado y amplio el saber producido en una disciplina científica” (Calsamiglia, 1997).

Desde este punto de vista, el análisis de las formas en que los investigadores asumen la actividad de escritura de textos de divulgación supone considerar sus concepciones sobre la transmisión y adquisición de conocimiento a partir de textos escritos, en términos de teorías implícitas. Como ya hemos visto en el Capítulo 2, muchas investigaciones sostienen que éstas son parte del complejo sistema de los procesos de comprensión y composición de textos, en los que también intervienen los conocimientos previos, factores educativos y culturales, entre otros.

Según lo que venimos planteando, la escritura es una práctica situada que está inserta en un contexto, lo que quiere decir que escribimos de forma diferente según la situaciones y los lectores (Gee, 2005). Por lo que suponemos que para un científico o un académico, la escritura de divulgación será diferente que, por ejemplo, un artículo científico. ¿Pero, dónde radican esas diferencias para ellos? ¿Consideran el texto de divulgación un género particular, con características y recursos propios? Cassany (2006) sostiene que es un género nuevo, en elaboración y construcción, un tipo de mestizaje discursivo (que mezcla discurso científico con discurso popular del habla y los cánones de los canales de comunicación). Por su parte, Fernández Polo (1999) sostiene que la Lingüística en general se ha mostrado poco interesada en la divulgación científica y la comunicación de los descubrimientos científicos, siendo que es:

...tan prolija en estudios sobre las variedades lingüísticas y tan interesada, en particular, por los lenguajes para fines específicos empleados en las diversas áreas de la ciencia y la tecnología. (...) La divulgación sigue siendo un género menor, poco conocido a pesar de ser cultivado intensamente en diversos medios, tanto escritos como audiovisuales, y de desempeñar un papel sumamente importante en el desarrollo de cualquier sociedad (pág. 78).

Considerar la ciencia como discurso y la divulgación científica como un género discursivo, tiene implicancias metodológicas: habrá seguramente diferencias en la forma textual, en la manera de formular las oraciones, los tiempos verbales, las estructuras retóricas, etc. (Myers, 2003). Esta comunicación suele darse por dos canales: el institucional y el de los medios de comunicación. En ambos casos deberá valerse de la toma de la gran variedad de posibilidades de expresión, aquellas que le permitan un acercamiento a la interpretación deseada en la audiencia, teniendo en cuenta el contexto o situación de comunicación –que no es sólo referencial, sino metalingüística, expresiva, conativa, poética; esta última permite la utilización de recursos como la metáfora, la comparación o la metonimia para acercarse al lector– (Calsamiglia, 1997).

Así como los modelos tradicionales de la divulgación científica (de déficit, difusionistas, dominantes, paternalistas, revisados en el Capítulo 2) entendieron la

escritura para divulgación como un discurso unidireccional y un mero recorte que reformula y simplifica o traduce la voz autorizada –de la ciencia– (Bucchi, 2008), las visiones actuales la entienden como un proceso cíclico y dialógico en el que hay involucrados tanto procesos comunicativos como cognitivos, en el que el público no es considerado ignorante sino un participante imprescindible. La comunicación científica según el modelo de Moirand (2003) debe interactuar con las imágenes y conocimientos guardados en la memoria del receptor, lograr un diálogo participativo por parte del receptor (Bucchi, 2008).

La divulgación ha sido muchas veces equiparada con la traducción, ya que en ambos casos se trata de un texto base que no se comprende (ya sea porque está en otro idioma o porque no se entienden los términos que en él se emplean). Pero esta visión es fuertemente criticada, ya que la divulgación supone mucho más que traducir los términos técnicos o la jerga científica. Fernández Polo (1999) establece las semejanzas y diferencias que la divulgación tiene con la traducción ambos implican dos textos –la fuente y el texto derivado de ella–:

... se diferencia de lo que ocurre con la traducción propiamente dicha, en la que se busca en todo momento ocultar el proceso de reformulación, la existencia de un original y al propio traductor, la divulgación se muestra a menudo como una reformulación explícita (...). Los textos de divulgación suelen presentarse como un discurso indirecto en el que se hace mención explícita del texto original (...) a menudo el divulgador se presenta abiertamente como un intermediario entre los científicos y el público lego (...) la divulgación se presenta como un acto de reformulación explícita mediante la presencia de abundantes operaciones ‘locales’ de traducción entre los códigos implicados (págs. 79 y 80).

Un concepto muy potente para repensar la relación del conocimiento que circula entre científicos y aquellos que transmiten a comunidades más amplias es el de recontextualización. Veremos a continuación cómo este concepto logra dar cuenta de la profunda transformación operada en el conocimiento al divulgarlo – transformación que la noción de divulgación como traducción o como simplificación no alcanza siquiera a vislumbrar–.

Respecto al género de la divulgación científica en particular, podemos suponer que el contenido estará orientado y estructurado de manera particular para ser transmitido a un público no experto. Marinkovich (2005) propone que el avance de la información se dé por medio de una reelaboración conceptual que puede valerse de diferentes recursos, tales como repeticiones, reconsideraciones de lo dicho anteriormente, y retrocesos en los que se retoma total o parcialmente lo antes expresado. En palabras de esta autora:

La reformulación es originalmente la tarea cognitiva principal que debe acometer quien divulga, consiste en reelaborar la red conceptual del conocimiento científico, realizando dos tareas: la reducción o limitación de las conexiones entre los conceptos y la inclusión de vínculos entre conceptos especializados y no especializados (Marinkovich, 2005, pág. 192).

Para lograr el objetivo comunicativo de este tipo de texto, propone además, una negociación entre los distintos géneros que interactúan: el científico, el general y el divulgativo. Y la elección de formas lingüísticas que relacionen la terminología específica con las accesibles al público lego.

Por su parte, Ciapusio (2001) propone pensar en qué medida los distintos niveles de especialización del discurso primario (el que circula al interior de la comunidad científica a través de artículos científicos, etc.) afectarían a los niveles de reformulación del discurso secundario y en qué medida éstos están influidos por factores extratextuales. Esta autora sostiene que:

La respuesta a estas interrogantes podría consolidar una clase textual denominada "reformulación didáctica" que, como dice Ciapusio (2001), representaría una "solución preformada" a problemas recurrentes en la producción de textos, y, agregamos, en los procesos de comprensión de discursos especializados en la enseñanza (Marinkovich, 2005, pág. 200).

Daniel Cassany (2001) plantea, por su lado, que la divulgación científica supone una serie de decisiones en varios aspectos:

1. *Género*: La divulgación implica pasar de artículos científicos a textos de divulgación, artículos periodísticos, manuales educativos, etc.
2. *Objetivo*: Podría sostenerse que los diversos proyectos divulgativos variarían sus objetivos desde acrecentar el conocimiento, precisarlo o convencer a informar, entretener o instruir.
3. *Conocimiento*: Debería darse una necesaria transformación del conocimiento científico en un conocimiento divulgativo.
4. *Público*: Pasar de la comunidad científica a un público amplio.

Ahora ¿en qué medida estas transformaciones afectan el contenido a transmitir? Podemos suponer que en la medida que consideremos géneros determinados, habrá algunas herramientas y recursos que pueden orientar al autor a realizar la reformulación conceptual con miras a transformar el contenido de manera tal que facilite la comprensión del conocimiento científico. Incluso podemos pensar que será posible contar con diversos grados de especialización según los objetivos o audiencias, que irían desde una divulgación para colegas, hasta una divulgación más didáctica (Cassany, 2006), tal como analizamos en el Capítulo 2.

Otra diferencia que encontramos entre los textos de divulgación y los textos para especialistas es la repetición léxica excesiva cuyo objetivo es la univocidad (repetición que es criticada en otro tipo de texto). En cambio, los textos divulgativos tienen una mayor libertad en cuanto a la terminología y recursos tales como la utilización de sinónimos, paráfrasis, metáforas, hiperónimos, analogías, etc. que facilitan el acercamiento del lector lego.

Considerar a los textos de divulgación científica como parte del discurso científico, con identidad propia implica además otros cambios no menores. Por ejemplo, deberían revisarse la bibliografía presentada, los autores referidos o el tipo de críticas hechas en ellos. Mucha de la investigación sobre los textos de

divulgación se han llevado a cabo analizando un solo texto, pero profundizar su comprensión como un género particular, exige mayor investigación (Myers, 2003).

Como hemos dicho en el Capítulo 2, la escritura está íntimamente ligada a la ciencia y a la divulgación de la ciencia, ya que se apoyan en discursos escritos. Asimismo, los recursos se van ampliando a medida que la tecnología pone a disposición nuevos canales (a los ya tradicionales artículos de divulgación en revistas para todo público, charlas, videos, muestras, exhibiciones, etc., hoy en día se suman las redes sociales, videos y muestras interactivos, etc. cada uno imprimiendo un formato de comunicación diferente). De todas formas, casi todos ellos parten o están basados en un soporte textual. Es decir, se parte de un texto: un video se hace a partir de un guión, una charla suele diagramarse también sobre la base de un texto guía o el apoyo de una presentación (*power point*) que contiene texto e imágenes, una entrevista pública se basa también en un guión, etc. Lo textual está en la base de casi todos los proyectos de comunicación de la ciencia, pero a pesar de ello, son pocas las investigaciones que abordan el análisis de los textos de divulgación. Presentamos a continuación algunas de ellas.

Algunos autores (Calsamiglia 1997, 1998; Cassany 2006; Ciapusio 2002; Moirand 2003; Myers 1998, 2003) sostienen que la Lingüística aplicada debe interesarse por los textos de divulgación científica en su búsqueda de mejorar la enseñanza de lenguas con fines académicos. Cassany (2006) se pregunta cómo puede resolverse la siguiente paradoja:

Queremos que nuestra comunidad sea tan democrática como científica —o justa, ordenada y objetiva—. Para que sea democrática, tenemos que poder acceder a la información. Para que sea científica, tenemos que poder acceder al conocimiento más avanzado y preciso. Pero ese conocimiento requiere la suerte de especificidad, que sólo entienden los especialistas. Entonces, ¿cómo podemos conseguir que los discursos tengan la precisión de la ciencia y la comprensibilidad del habla corriente?, ¿Qué sean democráticos y científicos? (Cassany, 2006, pág. 238).



En esta paradoja queda plasmada la dificultad de la divulgación científica. Pensamos que la respuesta que cada uno arroje a esta paradoja, revelará concepciones muy profundas, las que a su vez influirán en cómo se realice la divulgación, se la valore y, en el mejor de los casos, se la disfrute.

Jon Turney (2004), antiguo editor de la colección de divulgación científica de la editorial Penguin Press de Londres, se pregunta ¿qué es una buena explicación científica para público lego? Responde diciendo que una buena explicación debe tener un sentido didáctico que guíe en la interpretación de la misma. Basándose en la propuesta didáctica para educación científica de Ogborn *et al.* (1996, citado por Turney, 2004) Turney sugiere que las explicaciones en divulgación tomen la forma de narración (*storytelling*) en la que los recursos principales serán el uso de metáforas y analogías. Al igual que en aquel modelo didáctico, plantea que los *protagonistas* se presenten por medio de una serie de *eventos* con sus *consecuencias*, siguiendo cuatro pasos:

- *Creación de diferencias*: se parte de una diferencia de conocimientos reconocida entre alguien que tiene un conocimiento que desea transmitir a otro.
- *Construcción de identidades*: aquí es donde las analogías y metáforas juegan un rol importante, ya que es lo que permite crear una situación o una representación de una historia y de cómo las cosas pueden comportarse en ella.
- *Transformar el conocimiento*: proceso de crear y recrear ideas. Nuevamente los recursos retóricos de la analogía y la metáfora juegan un rol importante.
- *Puesta de significado en el tema*: en esta etapa cobra importancia el rol de las demostraciones en una situación didáctica. Turney propone que en un texto de divulgación, esta etapa debe contar qué cosas suceden en un intento de dar sentido a los otros pasos.

El uso de metáforas por parte de los divulgadores podrá ser más eficaz si tienen un conocimiento y manejo explícito de ellas (sabiendo cuáles son sus

limitaciones, según las investigaciones y estudios como los tradicionales de Lakoff y Johnson de 1980).

Sobre cuál es la mejor postura por la que se debe optar al escribir para un público amplio, encontramos hoy en día la discusión entre científicos que usualmente escriben en medios masivos de comunicación como la revista *Wired* o el *New York Times*. Jonah Lehrer (2012) en su blog de Neurociencias, sostiene que la cuestión de cómo escribir sobre ciencia –al ser la ciencia inestable y provisional– es algo con lo que se debe luchar a diario, pero que a la vez vuelve el trabajo más divertido y desafiante. Cuestiona las recomendaciones de Chabris (2012), de seguir el formato de escritura “historia-estudio-lección” utilizado por Chabris y Simons en *El Gorila Invisible*,” en el que se da cuenta de los ensayos y errores a lo largo del proceso de investigación. Asimismo, Lehrer propone que el trabajo de un escritor de ciencia es hacer las cosas bien, por supuesto, pero también es dar acceso al pensamiento científico a las personas que no leen regularmente *Nature* o *Science* o *PLoS*, aunque sea a medida que este pensamiento evoluciona.

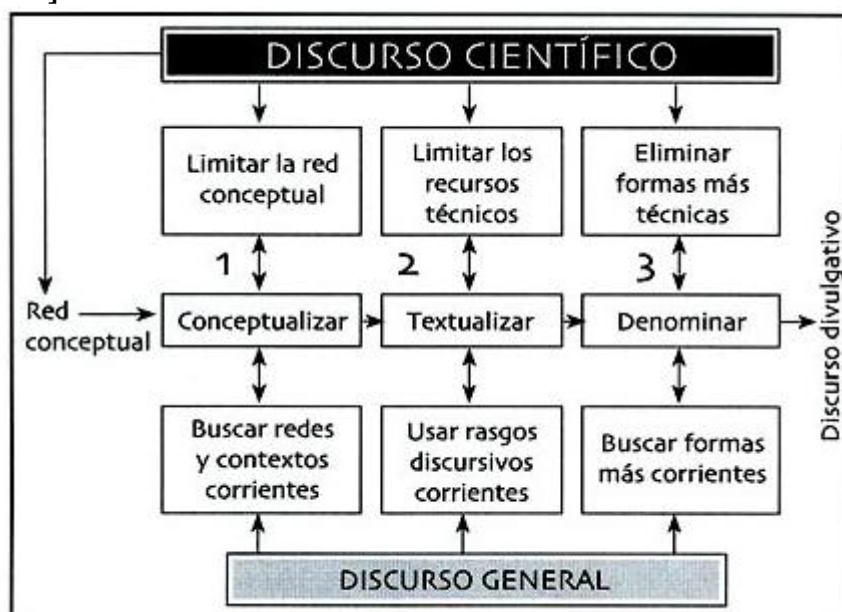
Sánchez Miguel (1996) en esta misma línea propone que los textos de divulgación deben guiar en la construcción del conocimiento que pretenden transmitir por medio una conversación encubierta en la que deben estar equilibradas las dimensiones de lo dado –lo que el lector sabe–, lo nuevo –aquella información novedosa, lo que realmente se quiere contar– y la evaluación –aquellas pistas que se le pueden dar al lector para que pueda ir controlando su comprensión–. Como recursos para que el lector recupere lo dado –aquellos conocimientos registrados en su memoria, necesarios para la comprensión–, Sánchez Miguel propone: la evocación, la indagación y el reflejo, este último se refiere a frases o preguntas que el autor expone explícitamente, anticipando aquellas que puedan surgirle al lector.

Acerca de los recursos en relación a los textos divulgativos, los científicos estudiados por Yore, Hand y Prain (2002) mencionan: simplificación y reducción de detalles para facilitar la comprensión, fluidez, conocimiento relevante, argumentos presentados de manera clara, conclusiones cuidadosamente respaldadas, evitación de fórmulas, visión global, respeto por los conocimientos del lector, reducción de precisión. No mencionan la utilización de herramientas

lingüísticas para conectar los conocimientos de los lectores con los que presenta el texto.

Para nosotros queda claro que, como dicen Alcibar (2004), Calsamiglia (1997) y Cassany (2006) la divulgación de la ciencia no es un recorte o simplificación, sino una reelaboración o recontextualización, que consiste en recrear los conocimientos científicos según cada texto y contexto, utilizando recursos discursivos tales como: selección, ampliación, reorganización, reformulación, etc., además de los recursos retóricos antes mencionados (Cassany, 2006). En el modelo de recontextualización que propone este autor (Gráfico 4.4.) podemos ver cómo interactúan los procesos de *conceptualización*, *tematización* y *denominación*. En la parte superior se representa el conocimiento y los recursos correspondientes a la comunidad científica y en la parte inferior, el conocimiento que corresponde a la comunidad de habla (que compartimos con los miembros de una misma cultura).

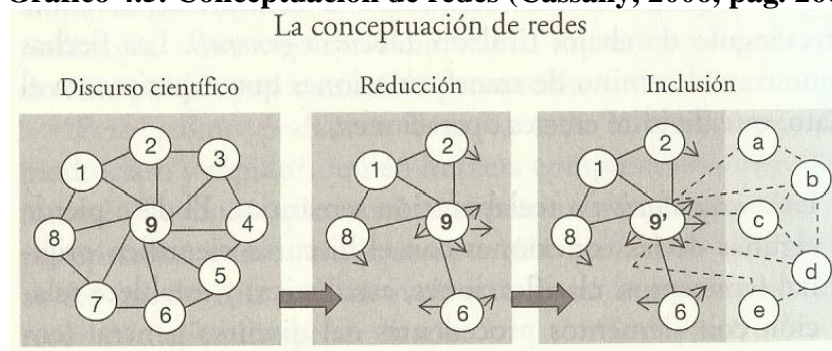
**Gráfico 4.4. Recontextualización del discurso científico, según el Modelo de Cassany, López y Martí (2000) [Tomado de Marinkovich, 2005]**



La *recontextualización* supone para Cassany conseguir que un dato elaborado por la comunidad científica pueda ser comprendido por la mayoría de los miembros de la comunidad de habla, lo que implicaría formularlo en los términos de estos últimos. Esto se logra por medio de la *conceptualización* o reelaboración semántica

propone que, a partir del discurso científico o nodo científico, se realice una reducción para, a partir de ella ampliarla con términos del discurso general o nodo general (Gráfico 4.4.). Por su parte, la *textualización* o reelaboración discursiva, prescinde de elementos exclusivos del discurso científico, tales como la bibliografía, referencias, lenguaje formal, etc., para adoptar manifestaciones más propias de la narración. Por último, la *denominización* es una reelaboración léxica que busca sustituir la alta densidad léxica del discurso científico, sustituyéndolos por sinónimos, metáforas, paráfrasis, etc.).

**Gráfico 4.5. Conceptuación de redes (Cassany, 2006, pág. 266)**



Uno de los recursos que Ciapusio (2003) propone para lograr la conceptualización en el contexto divulgativo es la utilización de metáforas. Este es un punto crucial en la escritura divulgativa, ya que este tipo de recurso permitiría establecer esos puentes dialogales con los lectores.

La metáfora es considerada como la más potente de las figuras retóricas con gran potencial a nivel poético, expresivo, cognitivo y argumentativo (Bonhomme, 1998). Transforma las categorías establecidas por el lenguaje sobre el mundo, reorganizando nuestra visión de él (Pedrazzini, 2011). Sin embargo, el uso de la metáfora no está uniformemente aceptada, a pesar que las hipótesis científicas pueden entenderse también como un tipo particular de metáfora, según Lizcano (2009), ya que aportan una mirada de las cosas de un cierto modo que no es habitual, cambiando el lugar desde el que se mira un problema. Pero, como sostiene Ciapusio (2003):

En años recientes, sin embargo, la actitud hacia la metáfora ha cambiado de manera sustantiva, debido a distintos factores, entre ellos las nuevas concepciones epistemológicas sobre el quehacer científico,

la influencia de la historia y la sociología de la ciencia y los estudios sobre la retórica científica (pág. 66).

Sin embargo, Ciapuscio (2003) postula que el rechazo respecto al uso de la metáfora tiene dos raíces: por un lado la manera errónea de entender este recurso y por el otro, las nociones idealizadas –en relación a la racionalidad y objetividad– que tenemos sobre los procesos cognitivos. Asimismo, las visiones más conservadoras del discurso rechazan su valor cognitivo y creativo y sus limitaciones y riesgos, aunque sí valoran su potencial didáctico-explicativo:

En resumen, la metáfora constituye un mecanismo de conceptualización de extrema importancia en el campo de la creación y la comunicación de la ciencia: por su potencialidad epistemológica para abrir nuevos modos y caminos de pensamiento y porque al evocar dominios experienciales cotidianos, constituye un recurso efectivo para la explicación y exposición de contenidos científicos a distintos tipos de audiencias. Evidentemente, por su característica intrínseca de ‘iluminar’ similitudes y simultáneamente ‘apagar’ las diferencias, las reservas sobre sus alcances y riesgos son justificadas, aunque sin lugar a dudas el ‘costo’ vale la pena (Ciapuscio, 2003, pág. 64).

Sobre este *costo* que el conocimiento científico debe asumir al ser divulgado, Cassany (2006) sostiene que la divulgación permite la mezcla de procedimientos heterogéneos, procedentes de la ciencia y de la comunidad del habla general, haciendo que la divulgación sea:

Versátil, heterodoxa, con subidas y bajadas de registro, combinación de expresiones vulgares y técnicas, con un estilo que a veces recuerda la ciencia y a veces la conversación de la calle. (Cassany, 2006, pág. 275).

Pero, sobre todo, concluye diciendo que debemos acostumbrarnos a no poderlo comprenderlo todo, que quedan temas oscuros, dudas, ambigüedades... Ya no podemos pensar que vamos a llegar a una comprensión absoluta, ya que cada

uno llegará a una interpretación personal y que es importante. Por ello, plantea que el divulgador debe controlar la ansiedad de querer contarle *todo*.

Para finalizar y en la línea que venimos presentando a lo largo de este capítulo, es interesante la postura de Cassany (1995) quien en su libro *La cocina de la escritura* sostiene que las investigaciones en procesos de redacción postulan que dónde más se nota la diferencia entre la escritura experta y la escritura novata es en la revisión. Si bien, tanto expertos como novatos revisan, lo hacen de manera diferenciada. Mientras los aprendices sólo “reparan” la escritura (errores, incorrecciones, defectos), los expertos mejoran el texto, buscando mayor claridad, intensidad, completud. Reconstruyen el texto: toman el proceso de revisión como una oportunidad para desarrollar, aprender y redactar sus ideas, moviéndose en todos los niveles del texto. Este autor concluye que la revisión es mucho más que una técnica de supervisión, implica una determinada actitud de escritura y estilo de trabajo:

Los aprendices que quieran modificar su comportamiento, no sólo tienen que entrenarse en un ejercicio técnico sino que deben desarrollar una actitud y unos valores sustancialmente nuevos respecto a la escritura (pág. 231).

Nosotros entendemos que esas actitudes y valores deben explicitarse, para hacer un uso estratégico de ellos.

A esta idea, cabría agregar que en la medida que los autores de textos divulgativos conozcan y elijan explícitamente los recursos disponibles para centrarse en el lector y en cómo éste podrá interpretar el texto y así guiarlo para que esa interpretación sea lo más sólida posible y más cercana al conocimiento científico, podríamos estar hablando de un divulgador competente y eficaz. Es decir, no hablamos de una comunicación basada en la asimetría, en la que el experto transmite a un lego o no-experto, sino como un “encuentro entre dos mundos diferentes que se han de entender”, entre el conocimiento científico y la vida cotidiana. En ese sentido el divulgador podrá considerarse un creador de sentido, un sentido nuevo de la vida social, dejándose influir por la narrativa y sus recursos (Calsamiglia, 1997).

Las diferentes respuestas y posturas frente a la escritura podrían estar mediadas por esas actitudes y valores o, como las entendemos nosotros, por las representaciones implícitas, tal como algunos investigadores han encontrado indicios respecto a otros aspectos del desempeño académico como la enseñanza universitaria (Kember, 2000; Kember, Kwan y Ledesma, 2000; Martin *et al.*, 2000; Martin *et al.*, 2003; Samuelowicz y Bain, 2001; Pozo *et al.*, 2006), entre tantos sobre este tema.

En el próximo capítulo presentaremos los objetivos y supuestos que guiaron nuestra investigación.





## **CAPÍTULO 5**

### **¿POR QUÉ Y PARA QUÉ ESTUDIAR CONCEPCIONES Y PRÁCTICAS DIVULGATIVAS DE LOS CIENTÍFICOS?**

#### **Una presentación del estudio y sus dos Fases**

En este capítulo presentaremos los objetivos y motivos generales que guiaron la investigación, así como su estructura en dos fases, los objetivos específicos de cada una de ellas, y el enfoque metodológico general. La revisión teórica y metodológica presentada en los capítulos precedentes justificaría lo que en nuestros años de experiencia en la participación en proyectos de comunicación de la ciencia, hemos venido observando en la comunidad científica: muy diversas formas en que este grupo valora y ocasionalmente lleva a cabo las iniciativas de divulgación y, en particular, aquellas que se realizan mediante textos. Tal diversidad frente al abordaje de esta actividad nos llevó a plantearnos en qué consistían tales diferencias y qué era lo que subyacía a las mismas.

Por otro lado, al buscar respuestas a nuestros interrogantes en publicaciones científicas, si bien encontramos líneas de investigación que podían orientarnos (y que revisamos en los tres capítulos precedentes), no registramos estudios previos que tuvieran como objetivo la temática de las concepciones acerca de la divulgación que presentan investigadores que realizan divulgación científica por medio de textos. Esto nos motivó a desarrollar una investigación en esta dirección. Al abordar un campo considerablemente novedoso e interdisciplinario optamos por desarrollar una investigación eminentemente exploratoria, de corte cualitativo, que pudiera ofrecer un conocimiento preliminar –aunque esperablemente profundo– acerca de las concepciones de un grupo de científicos acerca de la divulgación científica en su área de pericia, y de las relaciones de éstas con aspectos involucrados en sus prácticas de divulgación en tanto evaluadores y productores de textos de divulgación. En este capítulo presentaremos, los motivos, objetivos y supuestos generales (Apartados 1, 2 y 3). La metodología (Apartado 4), será desarrollada en extenso en los Capítulos 6, 7, 9 y 10.

### **5.1. Objetivos generales y motivos que guiaron la investigación**

El trabajo de tesis doctoral se propone estudiar las concepciones que guían a los autores y revisores de textos de divulgación científica, cuando quienes asumen estas tareas son investigadores.

Decidimos focalizar en investigadores de una misma área del conocimiento, para que las tareas más precisas pudieran ser comunes a todos. Debido a nuestra posición laboral en un centro de investigación que concentra a muchos investigadores en Física, ésta es el área de conocimiento que seleccionamos.

De manera general nos proponemos entender mejor las formas en que los investigadores del área de la Física conciben y, eventualmente, asumen la transferencia de conocimientos a una comunidad más amplia y heterogénea (en lo demográfico, evolutivo, cultural y social) que la propiamente científica.

El objetivo general es realizar una exploración, descripción y análisis de las concepciones acerca de la adquisición y transmisión del conocimiento científico, en el contexto de la educación científica y la divulgación científica en general, y también cuando ésta se realiza en el campo de la Física mediante textos. Nos interesa explorar cómo operan los investigadores en Física cuando ocupan el lugar de autores y de revisores de este tipo particular de textos. Consideramos que el interés de este objeto de estudio radica en que, según las corrientes de investigación mencionadas en los capítulos precedentes (Capítulos 2, 3 y 4), esas concepciones funcionarían como mediadoras de la actividad de divulgación, y más específicamente, de la producción de textos de divulgación, y como tales, influirían en el sentido y la importancia que autores y revisores dan a la divulgación, elección de los temas, estructura del texto, metodología, estrategias para llevarlo a cabo y recursos que seleccionan, así como los criterios de evaluación y autoevaluación que utilizan, aspectos que a su vez incidirían en las características que adoptarán esos productos o medios de divulgación científica.

La intención principal de la mayoría de los proyectos de divulgación y comunicación de la ciencia es la de hacer llegar determinado conocimiento a un público amplio (es decir, más amplio que la comunidad de especialistas en ese tema o disciplina particular), ya sea para informarlo, llevarlo a plantearse preguntas

frente a un tema determinado, presentarle enfoques alternativos o actuales, aclarar errores comunes, aclarar polémicas, etc. Estos proyectos suelen ser llevados a cabo entre otros, por educadores, comunicadores o investigadores que dedican parte de su tiempo a estas actividades. Aunque es una actividad que se está extendiendo entre los investigadores, aún encontramos que son relativamente pocos los que se dedican a este tipo de actividades y aún menos los que lo hacen de manera prioritaria. De hecho, los investigadores activos tienen como una parte central de su quehacer laboral, además de llevar adelante investigaciones sobre su área conceptual, la de redactar informes de distinto tipo, pedidos de subsidios y comunicar sus avances científicos por medio de artículos científicos, así como evaluar otros artículos, proyectos, alumnos, becarios y otros investigadores y equipos. En ese sentido, consideramos que los investigadores serían expertos tanto respecto a su campo de investigación como a la escritura académica.

Sin embargo, cuando los investigadores científicos se dedican a la divulgación, suelen hacerlo como iniciativas personales, motivados por diversas razones (pedidos de alguna institución educativa, preguntas de algún familiar o persona conocida, solicitud de alguna institución ante un evento particular, etc.) y rara vez cuentan con una formación específica en comunicación de la ciencia o educación científica. Esto torna la dedicación de los científicos a la divulgación en un fenómeno particularmente interesante para investigar dado su novedad, su carácter interdisciplinario, la diversidad de formatos en que suele realizarse y por las implicancias que tiene para la potenciación de una sociedad del conocimiento. En este sentido, buscamos contribuir con un aporte desde la investigación básica a potenciar o mejorar la transmisión de conocimiento científico en ámbitos informales, como la divulgación científica.

Específicamente para el caso de la divulgación realizada por investigadores y en especial la que es realizada por medio de textos escritos es que nos interesa profundizar en las cuestiones que intervienen. Consideramos que la escritura para divulgación tiene características propias, por lo que suponemos que algunas cualidades de la pericia generada a partir de la escritura en las tareas habituales de un científico que hemos puntualizado operarán a la hora de componer un texto para divulgación, pero en algunas de las cuestiones implicadas al escribir para un

público amplio, los investigadores podrían considerarse novatos, ya que no tienen una gran experiencia o formación en el género divulgativo en particular. La falta de formación específica en divulgación y composición de este género discursivo podría llevarlos a resolver las situaciones de evaluación y de escritura de textos divulgativos poniendo en juego sus concepciones implícitas, poco reflexionadas y discutidas acerca del aprendizaje respecto a la transmisión y adquisición de conocimiento científico.

Suponemos que la escritura y evaluación de un texto de divulgación científica estarán influenciadas, entre otros factores, por esas concepciones acerca de la adquisición y transmisión del conocimiento. Nos proponemos, entonces, estudiar esas concepciones y sus interrelaciones, así como analizar la relación de esas concepciones con la producción y evaluación de textos de divulgación. También nos interesa estudiar las eventuales influencias sobre dichas concepciones, así como sobre la producción y evaluación de textos divulgativos, del grado de experiencia en esta tarea y en tareas afines como la docencia o investigación.

Suponemos que entre la comunidad científica del área de la Física encontraremos diversas posturas de cara a cómo la divulgación científica en general y aquella por medio de textos debe implementarse. Sabemos por nuestra experiencia en esta área, que no es una actividad realizada por la mayoría de los investigadores (tanto en Física como en otras disciplinas). Es por ello que pensamos que una buena manera de analizar este fenómeno es indagar las concepciones tanto en divulgación científica como en educación científica, ya que la divulgación de la ciencia tiene una fuerte intención educativa y, a su vez, todos los científicos han transitado los diversos niveles educativos, ya sea como docentes o como alumnos. Y es a partir de concebir la divulgación como un fenómeno muy relacionado con las concepciones sobre la adquisición y transmisión del conocimiento, que lo abordamos desde la línea de las Teorías Implícitas del Aprendizaje (Pozo *et al.*, 2006) revisada en el Capítulo 3.

Para alcanzar este objetivo general hemos diseñado una investigación que consta de dos Fases de estudio. A continuación desarrollamos sus objetivos específicos de cada fase, así como la dirección en la que esperamos se den los resultados que obtengamos.

Los participantes de ambas Fases, como ya adelantamos, son investigadores del área de la Física. Para la primera Fase, sólo bastaba su afiliación a la Asociación Física Argentina (AFA) y para la Fase 2, se seleccionaron participantes que tuvieran más de dos textos de divulgación de su autoría.

### **5.2. Fase 1 de la investigación: Concepciones de investigadores en Física en Argentina acerca de la educación científica, la divulgación científica y los textos divulgativos**

En esta fase buscamos indagar las concepciones de investigadores en Física en los siguientes contextos de aplicación: Educación científica, Divulgación de la ciencia y Divulgación de la Física a partir de textos, teniendo en cuenta las principales teorías implícitas del aprendizaje (Directa, Interpretativa y Constructiva). Asimismo, buscamos identificar la posible relación entre éstos y la incidencia sobre las concepciones en esos contextos de factores como la experiencia en docencia, investigación y específicamente en divulgación –como productor/a y como receptor/a–.

Suponemos que a partir de las respuestas obtenidas, podremos encontrar maneras diferentes de concebir la adquisición y transmisión de conocimiento científico, que podrán interpretarse en términos de teorías implícitas de alto grado de consistencia, o en cambio de estructuras más laxas como los perfiles conceptuales, en que concepciones correspondientes a distintas teorías implícitas se combinen con cierta regularidad. En la medida que detectemos modos particulares de articulación entre las concepciones de los investigadores, buscaremos seleccionar un conjunto reducido de investigadores emblemáticos de esos modos de pensar que realicen divulgación por medio de textos para desarrollar la segunda fase del estudio y así profundizar el estudio de sus concepciones en relación con contextos más cercanos a las prácticas de divulgación.

### 5.2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA FASE 1

En esta primera fase nos proponemos:

- Indagar las concepciones de investigadores en Física sobre la adquisición y transmisión del conocimiento para tres contextos de aplicación:
  - i. Educación científica
  - ii. Divulgación científica en general, y Divulgación científica, específicamente en Física y a partir de textos.
  - iii. En particular, nos preguntamos: ¿cómo se sitúan los investigadores en Física en relación a concepciones orientadas por los supuestos básicos de las principales teorías implícitas del aprendizaje: Directa, Interpretativa y Constructiva? ¿Cuáles de esas concepciones prefieren en relación a los tres contextos indagados?
- Explorar los modos de articulación entre las concepciones preferidas por los investigadores:
  - i. Entre contextos. Nos preguntamos: ¿Sus preferencias se mantienen, o varían según estén reflexionando acerca de la educación científica, la divulgación científica en general, o la divulgación científica específicamente en Física y realizada mediante textos escritos? En el último caso, ¿qué variaciones se registran y cómo podemos explicar esas variaciones?
  - ii. Al abordar cuestiones particulares al interior de cada contexto. Nos preguntamos: ¿las preferencias mostradas al abordar aspectos focalizados son consistentes desde el punto de vista de las teorías implícitas del aprendizaje (Directa, Interpretativa y Constructiva) en juego, o bien revelan la conjugación de ideas basadas en supuestos de distintas teorías implícitas? ¿En ese caso, se conjugan en forma de “perfiles conceptuales”, es decir redes con un grado de consistencia interna intermedio entre el de las teorías implícitas y el

del conocimiento fragmentado o “*knowledge in pieces*” (DiSessa, 1994)?

- Evaluar la influencia de diversos factores académicos de los científicos sobre sus concepciones respecto a educación científica, divulgación científica en general y específicamente en Física a partir de textos. En particular, nos interesa estudiar si la experiencia en docencia y en investigación científica, así como en producción y recepción de divulgación científica inciden de alguna manera en las concepciones en los tres contextos analizados.
- A partir de la detección de los modos particulares de articulación entre las concepciones de los investigadores, seleccionar un número reducido de investigadores con experiencia de producción en divulgación que sean emblemáticos de los modos de articulación de las concepciones –sean teorías implícitas del aprendizaje relativamente “puras”, o perfiles conceptuales que conjugan concepciones características de diversas teorías– identificados en esta fase, para desarrollar la segunda fase del estudio, en la que indagaremos la relación entre esas concepciones y los modos de evaluación y composición de textos de divulgación científica.

### **5.2.2. ANTICIPACIONES Y SUPUESTOS PARA LOS OBJETIVOS DE LA FASE 1**

Concebimos nuestro estudio como una exploración claramente motivada y direccionada en un terreno escasamente abordado por la investigación (ver Capítulo 2), más que como experimentos diseñados para poner a prueba unas determinadas hipótesis. Por ello, a continuación presentamos las ideas que motivan cada uno de los objetivos que guían esta primera fase del trabajo y/o las tendencias que anticipamos en los resultados.

- A. Partimos del supuesto que las posturas que los investigadores en Física adoptan sobre la educación científica y la divulgación manifiestan –en diferente grado y combinación, aspecto que se aborda en el objetivo B– pueden analizarse a partir de las tres principales

teorías implícitas del aprendizaje revisadas en el Capítulo 3 -directa, interpretativa y constructiva-, pero no de la teoría posmoderna. A continuación explicitamos para cada una de esas tres teorías implícitas del aprendizaje los principales indicadores o manifestaciones que consideramos en los contexto que nos interesan (en el apartado los desarrollamos más extensamente: Concepciones sobre divulgación y educación científicas y el nivel educativo en que debería comenzarse con la educación científica –apartado 6.B.- y la concepción acerca de la divulgación científica a través de textos divulgativos –apartado 6.C.- así como nuestra expectativa respecto de la preferencia de los investigadores por la teoría en cuestión.

- i. La Teoría Directa del aprendizaje: Se manifiesta en aquellos casos en que para la divulgación en general o para abordar un texto divulgativo, en particular, se prioricen recursos tales como exactitud y rigor absoluto de los términos, utilización de tecnicismos, la concisión de la información y énfasis en los resultados del aprendizaje concebido en términos reproductivos. Suponemos que la preferencia por posturas basadas en esta teoría será poco frecuente dada la condición de productores de conocimiento de los participantes y por ser una teoría que se encuentra sobre todo en las primeras etapas del desarrollo evolutivo-educativo de las personas, aunque se encuentren trazas de ella en algunas personas adultas o en determinadas situaciones, tal como desarrollamos en el Capítulo 3.
- ii. La Teoría Interpretativa del aprendizaje: Se manifiesta en aquellos casos en que se prioricen la memorización y los procesos mentales auxiliares y reproductivos del aprendiz, recursos dirigidos a captar o mantener el interés y motivación del lector, destacando características personales que podrían interferir en una correcta comprensión o modelos divulgativos que tiendan a caracterizarse esencialmente como divertidos, cautivantes y motivantes. También se considerará característica de un enfoque interpretativo la confianza en que la educación y la divulgación conducen al progreso



desde concepciones erróneas o limitadas a concepciones más cercanas a la verdad, y que lo “nuevo” y moderno es superador de formas anteriores o antiguas de conocimiento.

- iii. La Teoría Constructiva del aprendizaje tendería a priorizar recursos conversacionales y de rescate de lo que el alumno o el receptor puede llegar a saber o preguntarse sobre el tema y procesos mentales de elaboración y redesccripción del conocimiento sin caer en desmedro de su saber cotidiano o intuitivo, integrándolo a una organización del conocimiento más sofisticada o elaborada. Resulta difícil anticipar si en la población altamente alfabetizada que nos ocupa, se evidenciará una preferencia por las concepciones que conforman esta teoría, o por las orientadas por una teoría interpretativa. Por una parte, el que los científicos se dediquen a la construcción y validación de conocimiento explícito acerca de cuya educación y divulgación les preguntamos, podría conducir a la preferencia por los enfoques constructivos, que reconocen el papel transformador de los procesos mentales. Sin embargo, el que por lo general ni la docencia ni la divulgación científica sean actividades en las cuales los científicos posean una formación sistemática que promueva una reflexión profunda, podría en cambio llevar a la tendencia a repetir aquellos modelos implícitos, elaborados a lo largo de la historia educativa de cada uno.

B. En cuanto a la articulación de las concepciones de los investigadores:

- Entre los tres contextos indagados suponemos que las concepciones sobre la adquisición y transmisión del conocimiento se manifestarán de manera considerablemente congruente en lo que respecta a la educación científica y a la divulgación de la ciencia, dado que tendrían una base epistemológica común subyacente a la actividad de transmisión de conocimiento. Como hemos planteado, consideramos la divulgación científica como una actividad educativa, pues tiene una neta intención educativa en cuanto se propone transmitir un conocimiento. Por ello, anticipamos que el conjunto de concepciones

puesto en juego por cada investigador sea relativamente coherente a través de los diversos contextos de aplicación indagados. Es decir, si el investigador conjuga posturas basadas en dos teorías, o en una sola, anticipamos que lo hará para los diversos contextos, en vez de tratar uno desde la teoría directa y otro desde la teoría interpretativa, por ejemplo.

- Al abordar cuestiones particulares al interior de cada contexto: Debido a lo expuesto en la anticipación A.i. relativa a la baja presencia que esperamos para la preferencia por posturas de carácter directo, tampoco anticipamos que haya científicos que consistentemente prefieran posiciones características de esta teoría. Es decir, anticipamos que la preferencia por posturas directas será no solo poco frecuente entre sujetos sino también incidental a nivel intra-sujeto. Esperamos que quienes se inclinen por posturas características de la teoría constructiva lo hagan en forma relativamente consistente, pues pensar en términos constructivos requiere una profunda reestructuración conceptual y un considerable grado de explicitación, proclive a alcanzar grados de consistencia relativamente altos. En suma, nuestra expectativa es que las concepciones de los científicos se acerquen al grado de organización o consistencia intermedio al involucrar posturas basadas en la teoría directa e interpretativa, y en cambio anticipamos manifestaciones de tipo “teórico” en el caso de nociones cercanas a las constructivas.

- C. Respecto de la experiencia en docencia anticipamos que aquellos científicos con alguna experiencia tendrán concepciones algo más elaboradas que aquellos que no han estado en esa situación. Y en relación a la investigación consideramos que a este nivel la mayor o menor experiencia relativa no tendrá una incidencia significativa en las concepciones acerca de la divulgación y la educación. Si bien los investigadores son expertos en su área de contexto, no necesariamente serán conscientes de la complejidad de los supuestos epistemológicos

o de los procesos implicados en la adquisición y en la transmisión de conocimiento científico, sea en contextos escolares, divulgativos en general o específicamente a partir de textos. En cuanto a la divulgación suponemos que aquellos con mayor grado de experiencia en producción de textos divulgativos habrán desarrollado posturas relativamente más sofisticadas sobre los factores que intervienen en la composición y en la comprensión, ya que la tarea de escribir para un público lego, y las dificultades que ello podría haberle supuesto, harán más probable cierto grado de reflexión sobre esos aspectos. El carácter más bien incidental y frecuentemente en solitario de esta reflexión respecto a la actividad de composición de textos dificultaría las condiciones para una profunda reelaboración representacional, por lo que anticipamos que en la mayoría de los casos la mayor experiencia se relacionará con un avance desde una teoría directa del aprendizaje hacia una interpretativa, pero no constructiva.

- D. Puesto que la divulgación científica no es una actividad realizada masivamente por los investigadores, suponemos que la Fase 2 debe limitarse a un estudio de casos, dado que no encontraremos muchos investigadores con experiencia en divulgación y dentro de esta actividad, que tengan varios textos escritos, como requerimos en esa Fase.

### **5.3. Fase 2 de la investigación: Relaciones entre concepciones y prácticas en el contexto de la divulgación en Física mediante textos: un estudio de casos**

En la segunda Fase de la investigación nos proponemos continuar con el estudio de las concepciones, pero ya focalizando el análisis en la evaluación y composición de textos de divulgación científica que tienen como intención transmitir conocimiento científico a un público no experto en el tema que dichos textos abordan. También nos interesa indagar si los criterios puestos en juego a la hora de evaluar un texto divulgativo presentan cierta coherencia con los recursos a los que se apela a la hora de componer un texto de ese tipo.

### 5.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA FASE 2

Según los modos de articulación conceptual identificados en la Fase 1, en esta segunda Fase buscamos investigar si y cómo tales modos se relacionan con las prácticas de los investigadores al posicionarse en relación a los textos de divulgación de la ciencia como revisores –ficticios– y como productores –reales–. También buscamos explorar si hubiera relación entre las formas de evaluar los textos de divulgación de la ciencia y las formas de componer textos divulgativos. En esa línea, para esta segunda Fase nos proponemos:

- A. Explorar la relación entre formas de pensar la educación científica, la divulgación científica en general y la forma de evaluar un texto divulgativo: ¿Qué aspectos de un texto de divulgación en Física tienen en cuenta los investigadores seleccionados? ¿Cuáles son los recursos y atributos que priorizan? ¿Esas formas de evaluar diferentes aspectos discursivos de un texto de divulgación mantienen alguna vinculación con las formas de concebir la educación y la divulgación científicas? En ese caso, ¿cómo es esa vinculación?
- B. Explorar la relación entre formas de pensar la educación científica, la divulgación científica en general y la composición de un texto divulgativo: ¿Qué recursos utilizan a la hora de componer un texto para un público amplio?, ¿Cómo resuelven el Inicio, Desarrollo y Cierre en un texto de su autoría –seleccionado por ellos mismos como el mejor con fines divulgativos–?, ¿Difieren los recursos a los que los investigadores apelan a la hora de componer un texto, según sus concepciones más generales acerca de la educación científica, de la divulgación científica y de los textos en la divulgación?, Si así fuera, ¿en qué consisten esas diferencias?
- C. Explorar las asociaciones, si las hubiera, entre los tres posicionamientos indagados a lo largo de las dos fases de estudio: la manera de concebir la educación y la divulgación científica (posicionamiento conceptual), la manera de evaluar un texto divulgativo (posicionamiento evaluativo) y la manera de componer

textos para divulgación (posicionamiento de producción, o autorial). ¿Las formas en que los investigadores que realizan divulgación abordan los textos en ese campo desde estos diversos posicionamientos sugieren que los consideran en términos de un género en sí mismo?, ¿Qué articulaciones se registran entre los modos en que, en tanto expertos autorizados, piensan la transmisión de la ciencia en contextos educativos y divulgativos, y en los resuelven el desafío de evaluar y escribir textos para acrecentar el conocimiento de un público general, compuesto principalmente por no expertos? ¿De qué manera se entrelazan los aspectos temáticos, retóricos y enunciativos en la evaluación de un texto de otro autor y en los textos de la propia autoría?

- D. Identificar estrategias textuales que puedan luego servir de problematización y / o modelos a otros científicos que quieran iniciarse en tareas divulgativas, o revisar y mejorar sus modos de llevarlas a cabo.

### **5.3.2. ANTICIPACIONES Y SUPUESTOS PARA LOS OBJETIVOS DE LA FASE 2**

- E.y F. Presumimos que las posturas personales acerca de la educación y divulgación científicas (sea que configuren “teorías” más bien puras o “perfiles conceptuales”) influirán en los aspectos que se tengan en cuenta a la hora de evaluar un texto de divulgación así como de producirlo. Así por ejemplo, los participantes con concepciones próximas a las Teorías Implícitas del Aprendizaje Directa y/o Interpretativa priorizarían la exactitud y precisión de datos y conceptos y menores (o nulo) aprecio y despliegue de recursos dialogales con el lector y de conexiones que desvíen del tema central del texto. En cambio, participantes próximos a una Teoría Constructiva del Aprendizaje tendrán en cuenta al lector como constructor de sentidos y como tal en la evaluación y en la composición valorarán y/o pondrán en juego recursos discursivos orientados a establecer un diálogo con él.

- G. Dependiendo de las relaciones que encontremos, podríamos estar hablando de ideas fragmentadas, perfiles conceptuales o hasta teorías personales implícitas sobre la comunicación de la ciencia a un público amplio. Así, los recursos utilizados en la composición de textos tendrían relación con aquellos considerados en la evaluación, poniendo en juego en una y otra actividad elecciones relativamente convergentes respecto a los recursos y aspectos textuales. Sin embargo, de acuerdo a los habituales desfases o brechas entre el establecimiento de juicios y/o recomendaciones por una parte, y la producción en el mismo terreno, por otra, podría ocurrir que los participantes integren en mayor medida la atención a recursos discursivos que movilicen y tengan en cuenta al lector a la hora de evaluar un texto que a la de producirlo. Finalmente, suponemos que los participantes considerarán los textos de divulgación científica como un género en sí mismo, al que atribuirán determinadas características, relacionadas con su forma de pensar la educación y divulgación de la ciencia. Concepción que se ubicaría entre el género académico –considerando lo conceptual/temático, pero con una menor profundidad de tratamiento, destinado a un público amplio con un bagaje de conocimientos diverso, aunque menos especializado que el habitual de los textos académicos– y el género literario –el que brindaría una amplia diversidad de recursos tanto en los aspectos retóricos como enunciativos; entramando principalmente lo conceptual del género académico y los aspectos enunciativos y recursos retóricos del género literario–. Anticipamos que serán los participantes que manifiesten unas concepciones próximas a una Teoría Interpretativa y más aún quienes se acerquen a una Constructiva del Aprendizaje quienes tengan en cuenta la faceta literaria del género textual divulgativo. Esto se debería a la mayor atención prestada a los procesos cognitivos implicados en la lectura. Conocer la manera de concebir este género en particular y la divulgación en general es relevante pues tales concepciones mediarán

las valoraciones y actividades textuales realizadas en el campo de la divulgación.

- H. Según las evaluaciones y elecciones que detectemos podremos identificar estrategias que luego puedan ser capitalizadas tanto en la formación de los científicos como por aquellos ya formados, en su rol de divulgadores y, eventualmente, podrá esbozarse una caracterización del género divulgativo con sus características, herramientas y recursos según contextos y públicos diferenciados.

#### **5.4. Enfoque metodológico de la investigación**

Para ambas fases utilizamos instrumentos diseñados por nosotros, adaptando instrumentos de otras investigaciones. En la primera Fase, generamos un cuestionario, similar a los cuestionarios de dilemas (ver, por ejemplo, Pozo *et. al.*, 2006), que como mencionamos en el Capítulo 3 (apartado 3.5.) es uno de los instrumentos de uso habitual en la indagación de teorías implícitas. Y para la segunda Fase, diseñamos una planilla de evaluación, basándonos en planillas de referato para artículos científicos y divulgativos y en la bibliografía disponible sobre análisis de textos.

Asimismo, realizamos una breve entrevista informal a los nueve participantes de la Fase 2, que si bien no fue sistemáticamente analizada debido a las diferentes disponibilidades manifestadas por los participantes frente a ella, aportó algunas informaciones que nos sirvieron para contextualizar las respuestas.

Debido al carácter exploratorio del estudio, al hecho de que hemos desarrollado nosotros mismos los instrumentos de relevamiento de la información utilizados en ambas fases del estudio y al número relativamente limitado de participantes (mayor en la fase 1, con 71 participantes, y muy acotado en la Fase 2, con 9 participantes), optamos por recurrir a procedimientos de análisis cualitativos. En particular, debido a nuestro interés por el estudio de las relaciones entre aspectos o componentes de las concepciones de los científicos en diferentes contextos (educación científica, divulgación científica y en particular aquella realizada a través de textos), así como por analizar las relaciones entre esas concepciones y ciertos aspectos de las prácticas de evaluación y producción de textos de

divulgación, apelamos a herramientas estadísticas dirigidas especialmente a tal fin, como son algunas técnicas de la estadística no paramétrica (Prueba de Independencia *Chi*-Cuadrado, Residuales de Haberman) y de la estadística multivariada (Análisis de Correspondencias Múltiples y Análisis de Clasificación Jerárquica, Análisis de Correspondencias Simples, Lexicometría). Además, hemos desarrollado un indicador que llamamos de “Densidad Académica” para el análisis de los textos de divulgación producidos por los científicos participantes. Todas estas técnicas comparten su carácter descriptivo, aportando a un conocimiento controlado y en profundidad de las concepciones de los científicos y sus relaciones con ciertas variables como su experiencia en tanto docentes, investigadores y divulgadores, así como con sus formas de llevar a cabo la evaluación y producción de textos científicos. Sin embargo, es preciso tener en cuenta que los resultados ofrecidos por todas estas técnicas se restringen a la descripción de nuestro universo de participantes, sin permitirnos generalizarlos a otras poblaciones. Esperamos poder de todos modos aportar ideas para pensar los procesos, recursos y dificultades de los científicos cuando se dedican y piensan en la divulgación.

Debido a la diversidad de tareas empleadas en las dos fases y la consecuente diversidad de técnicas de análisis aplicadas, presentaremos cada una de ellas junto a los resultados que permiten alcanzar, en los capítulos siguientes, dedicados a la sección empírica de nuestra investigación. Los Capítulos 6 y 7 se dedican a la Fase 1, en tanto que los Capítulos 8, 9 y 10 desarrollan la Fase 2.



## **CAPÍTULO 6**

### **CUANDO LOS INVESTIGADORES EN FÍSICA PIENSAN EN LA EDUCACIÓN Y LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICAS**

#### **FASE 1: Diseño del estudio**

En este capítulo presentaremos la primera fase del estudio empírico de la investigación doctoral. Primero presentamos los participantes, para luego informar el instrumento y procedimiento de relevamiento de la información. Los resultados se presentarán en el próximo capítulo.

##### **6.1. Participantes**

Definimos como nuestro universo de participantes a los afiliados a la Asociación Física Argentina (AFA), entidad que nuclea a la mayoría de los investigadores activos en la disciplina del país. El número total de investigadores en octubre de 2006, fecha en que iniciamos el contacto con la Asociación, era de alrededor de 300.

El total de investigadores que respondieron al cuestionario fue de 71, de los cuales la mayoría son físicos (estudiantes, técnicos, licenciados y doctores), de universidades e institutos de investigación de la República Argentina, pero también químicos e ingenieros afiliados a la Asociación Física Argentina, que trabajan en conjunto con físicos en temas afines.

##### **6.2. Instrumento de relevamiento de información**

###### **6.2.1. DISEÑO DEL INSTRUMENTO**

Diseñamos un cuestionario luego de análisis detallado sobre cuestionarios y herramientas similares que han sido utilizados en investigaciones publicadas para la indagación de creencias epistemológicas y representaciones implícitas en diversos dominios, aunque no los utilizamos en forma exacta por no ajustarse a nuestros objetivos. Presentamos en el Anexo I.1 un panorama de algunos de ellos (sobre los que se han basado muchas de las investigaciones relacionadas), informando autores

y nombre del instrumento, e indicando muy brevemente el objeto de indagación, el tipo de instrumento, los participantes, algunos resultados o comentarios.

Tras un proceso de ajuste a partir de un estudio piloto, realizado con 11 físicos españoles y argentinos, llegamos a la versión definitiva del instrumento. Éste consta de tres partes en las que se presentan diversas tareas, con el fin de proponer a los participantes diferentes oportunidades y contextos de expresión y así lograr, por nuestra parte, un acceso más completo a sus concepciones que a su vez nos permitiese evaluar el repertorio y consistencia de las mismas. La versión literal del cuestionario aparece en el Anexo I.2.

El diseño del cuestionario responde al interés de obtener información acerca de las formas de concebir la educación y la divulgación científicas, tanto en general, como específicamente en Física mediante textos escritos (objetivo A) y analizar las eventuales relaciones entre ellas (objetivo B), aportando además información sobre la incidencia de la formación profesional, experiencia docente e investigadora de los investigadores, así como su experiencia en divulgación, sobre las concepciones expresadas (objetivo C). Asimismo, buscamos detectar aquellos investigadores en física que realizaban o habían realizado divulgación en su campo de conocimientos por medio de textos, para avanzar hacia la segunda fase de la investigación (objetivo D).

El cuestionario puede analizarse según lo que indaga y según la forma en que lo hace. En lo referente a la información que busca obtener, presenta tres partes:

***Caracterización general del participante: Edad, género, título académico, lugar de trabajo, su relación respecto a la docencia y la investigación, su relación con la producción y transmisión de conocimiento científico como autor y público de divulgación:*** Las preguntas que relevan información de caracterización de los participantes (algunas orientadas a la consecución del objetivo C), se reparten en dos momentos del cuestionario: al comienzo y al final, con el fin de evitar desgastar al participante con peticiones que suponen escaso nivel de elaboración, antes del planteamiento de las tareas que más información nos brindan para nuestra investigación. En lo referente a la experiencia como

divulgador y como público de divulgación se solicita especificación del tipo, frecuencia de participación y tipo de eventos de divulgación en los que participa o ha participado.

***Concepciones acerca de divulgación científica y de educación científicas:***

Preguntas cerradas de opción múltiple a partir de la presentación de dilemas con el fin de indagar las concepciones acerca de la divulgación científica y la educación científica, según las tres principales teorías implícitas de aprendizaje. El diseño de esta parte del cuestionario estuvo guiado por el objetivo A, la identificación de las concepciones en estos contextos, y la posible relación entre ellas, objetivo B.

***Concepciones sobre divulgación por medio de textos:*** Se presentan tres textos divulgativos distintos sobre la ley de gravitación. La composición de cada uno de ellos responde a una de las tres principales teorías implícitas del aprendizaje (Directa, Interpretativa y Constructiva). Se solicita al participante que elija el texto que considera mejor y el que considera peor como textos de divulgación; lo que denominamos “elección positiva” y “elección negativa”, respectivamente. Asimismo, solicitamos una justificación de ambas elecciones. Esta tarea está ligada al objetivo A, la identificación de las concepciones en diversos contextos, y la posible relación entre ellas, objetivo B.

Respecto a las formas de acceso a la información que incluye el cuestionario, podemos distinguir.

- Preguntas cerradas de elección de la o las dos opciones que mejor describen la postura del participante respecto de las cuestiones que se indagan.
- Preguntas semi-abiertas que solicitan una información precisa o requieren de la elaboración de una respuesta.

En la Tabla 6.1. presentamos, a modo de resumen, la relación entre partes del cuestionario y tipos de tareas y precisamos si se refieren a la divulgación científica o la educación científica.

**Tabla 6.1. Resumen de la relación entre tareas y partes del cuestionario**

		<b>Datos de caracterización</b>	<b>Concepciones acerca de educación científica y divulgación científica</b>	<b>Concepción acerca de la divulgación científica a través de textos divulgativos</b>
<b>Forma de acceso a la información</b>	<b>PREGUNTAS CERRADAS</b>	Realiza divulgación o no. Momento en que comienza realizarla Tipo de divulgación que realiza y medios en los que la realiza. Tipo de experiencia en investigación, docencia y divulgación Edad y género	Seis preguntas que requieren la elección de 2 opciones entre 6. Elección de un nivel educativo de entre tres para dar comienzo a la educación científica	Elección de uno de los tres textos divulgativos representativos de cada una de las tres teorías del aprendizaje (elección positiva y elección negativa)
	<b>PREGUNTAS ABIERTAS O SEMIABIERTAS</b>	Título académico Especificación tipo de divulgación como productor y como público	-----	-----

## 6.2.2. INSTRUMENTO DEFINITIVO

### *A. Datos de caracterización general del participante*

#### *A.1. Preguntas cerradas*

Las preguntas de caracterización solicitan información acerca de:

- *Situación laboral actual en el área de investigación:* Indagamos sobre su situación laboral respecto a la investigación y experiencia en años, las opciones brindadas son:
  - Becario/a (indicar nivel)
  - Investigador/a con director/a
  - Investigador/a sin director/a
  - Dirige becarios

- Dirige un grupo de investigación
- Otros (especificar)

Años totales de trabajo en investigación (incluyendo etapa como becario/a).

- *Situación laboral actual en el área de docencia:* Indagamos sobre su situación laboral respecto a la docencia. Las opciones brindadas son:
  - Estudiante (indicar nivel)
  - Ayudante
  - Jefe/a de Trabajos Prácticos
  - Profesor/a
  - Coordinador/a de programa (carrera, maestría, doctorado)
  - Otros (especificar)

Años totales de docencia universitaria (incluyendo ayudantías o similares).

- *Comienzo de la actividad divulgativa:* Se indagó si cada participante realizaba o había realizado divulgación y, en caso afirmativo, en qué momento de su carrera comenzó a realizarla. Las siguientes son las opciones de respuesta que se presentan en el cuestionario:
  - No realiza divulgación.
  - Comienza como estudiante.
  - Comienza al inicio de su profesión.
  - Comienza una vez afianzado/a en la profesión.
- *Grado de participación como divulgador/a:*

En estas preguntas, se solicita información sobre la modalidad de divulgación que realiza el participante: Se brindan tres opciones de respuesta acerca de la frecuencia, de las que debe marcar sólo una, con que se realiza esta actividad: Nunca o ninguna vez, 1 a 4 veces, más de 5 veces.

- Brinda charlas abiertas, cafés científicos, participa en entrevistas, radio o televisión.
- Escribe artículos en medios gráficos (Ej.: diarios, Revista *Muy Interesante*, *Ciencia Hoy*) o electrónicos (Ej.: portales, etc.).
- Edita artículos en revistas o libros de divulgación.
- Escribe capítulos de libros de divulgación.
- Escribe libros de divulgación.
- Escribe textos para educación formal (indicar para qué nivel educativo).
- Presenta trabajos en muestras de divulgación.
- Organiza muestras de divulgación o museos de ciencia.
- Otros (especificar):

○ *Grado de participación como público de divulgación*

En estas preguntas, se solicita información sobre la modalidad de divulgación de la que participa o participó como público. Se brindan tres opciones de respuesta acerca de la frecuencia, de las que debe marcar sólo una, con que se realiza esta actividad: Baja, raramente, muy frecuentemente.

- Asiste a charlas abiertas, cafés científicos, mira programas de TV o escucha programas radiales de divulgación.

- Lee artículos de medios gráficos (Ej.: diarios, Revista *Muy Interesante*, *Ciencia Hoy*) o electrónicos (Ej.: portales).
- Lee libros de divulgación.
- Indaga cómo están presentados los temas científicos en textos de educación formal.
- Concorre a muestras de divulgación.
- Otros (especificar):

Aclaremos que la primera opción respecto a la frecuencia, es experiencia baja, y no nula, dado que suponemos que todos han tenido contacto con algún material divulgativo (artículo de diario, programa televisivo o radial, museo, etc.).

### 3. *Datos de caracterización:*

Datos concretos acerca de algunos aspectos de las participantes que completaron el cuestionario.

- *Género:* Femenino o Masculino.
- *Edad:* Solicitamos a los participantes completaran su edad, con la intención de luego caracterizarlos según su etapa vital.

#### *A.2. Preguntas semi-abiertas*

Se solicita brinden los datos concretos acerca de la divulgación de la que son productores o receptores, como por ejemplo, al indicar la participación en eventos o la autoría de artículos de divulgación, especificando cuáles. Así como la experiencia, en años, respecto a la docencia y a la investigación.

- *Títulos académicos.*

- *Grado y tipo de participación como divulgador/a:* Se solicita la especificación, dentro de las opciones brindadas por nosotros, de los medios de participación.
- *Grado y tipo de participación como público de divulgación:* Se solicita la especificación, dentro de las opciones brindadas por nosotros, de los medios en los que participa o participó como público.

### ***B. Concepciones sobre divulgación y educación científicas***

Las preguntas de elección múltiple de los contextos de divulgación científica y de educación científica se adaptaron del cuestionario de Martín *et al.* (2006), de donde tomamos la idea de indagar acerca de condiciones, procesos, resultados e ideas previas mediante dilemas. En esta investigación, al igual que en la nuestra, se parte de las teorías implícitas del aprendizaje, aunque en aquella, se considera una cuarta teoría, la posmoderna, que nosotros no consideramos porque consideramos que su presencia en esta población es excepcional o incluso nula (tal como explicamos en el Capítulo 3). Nuestro interés por el diseño de dilemas ya mencionado, se basó en como dicen Martín *et al.* (2006):

En los dilemas se reflejaban situaciones conflictivas que se producen habitualmente (...). El tipo de tarea que supone contestar a dilemas de este tipo reúne una serie de rasgos que podrían estar permitiendo acceder a niveles más implícitos de las representaciones de lo que habitualmente se consigue con un cuestionario (...). Se buscaba disminuir la deseabilidad social que se suele producir con este tipo de instrumentos y poder así acceder de forma más fiable a sus concepciones implícitas. (pág. 172)

Nos basamos en el diseño de dilemas en el sentido de presentar cuestiones familiares a los participantes, en lugar de preguntas directas y personales. Pero, aclaramos que en nuestro caso no presentamos situaciones conflictivas, sino sólo tomamos el modelo en tanto presenta escenarios conocidos por el autor, ya sea por su historia personal o por su actividad profesional.



Para todas las cuestiones presentadas en esta parte, con excepción del nivel educativo propicio para empezar con la educación científica, elaboramos seis opciones de respuesta, dos correspondientes a cada una de las tres principales teorías implícitas del aprendizaje (Directa, Interpretativa y Constructiva). Con el fin de evaluar la consistencia en las elecciones para cada cuestión, solicitamos que en cada caso los participantes seleccionen las dos opciones con las que más acuerdan (en lugar de solicitar solo una, como es habitual). La construcción de las opciones, representativas de las teorías del aprendizaje, se basó en la caracterización teórica presentada por Pozo, Scheuer, Mateos y Echeverría en el Capítulo 3 del libro “*Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje*” (Pozo *et al.*, 2006). Si bien las caracterizaciones acerca de estas tres teorías del aprendizaje adaptadas al abordaje de la divulgación ya han sido presentadas en el Capítulo 3, a continuación repasamos brevemente los indicadores que consideramos para construir los enunciados que serían emblemáticos de cada teoría:

*Teoría Directa:* Esta teoría se caracteriza por establecer una relación lineal y fija entre condiciones y resultados del aprendizaje, de modo que se da importancia a habilidades preexistentes individuales (o a la carencia de las mismas), y el conocimiento es considerado como una copia del modelo y que la exposición a la fuente bastaría para incorporar conocimientos. Por lo tanto, desde esta teoría, se considera que saber algo es reproducirlo lo más exactamente posible según el modelo dado. Como indicadores consideramos la atención a capacidades dadas, y a la preferencia por situaciones que presentan la información de manera rigurosa y precisa, sin preocuparse por las experiencias, los conocimientos o los recursos del aprendiz, ni por los procesos cognitivos necesarios para su comprensión ni contextualización del tema para lograr la adquisición de conocimiento.

*Teoría Interpretativa:* Es similar a la teoría anterior en sus supuestos epistemológicos, pero incorpora al sujeto y sus condiciones personales o las condiciones del ambiente como factores que influyen en el resultado del aprendizaje. Considera que las condiciones, procesos y resultados se relacionan de manera lineal y, si bien asume, como en la teoría anterior, que el resultado exitoso de la adquisición de conocimiento es único y tiene valor de verdad, reconoce como necesaria la actividad del sujeto aprendiz. Indicadores de esta teoría, serían, entre

otros: la preocupación por las posibles distorsiones respecto al modelo, consideración de procesos mentales, tales como la motivación, como procesos que pueden y deben ser controlado externamente, la importancia otorgada a las características de la actividad del sujeto, lo ameno o divertido como favorecedores del aprendizaje decisivos para lograr el aprendizaje, así como la noción de progreso desde estados de menor a mayor conocimiento mediante la enseñanza escolar o la divulgación.

*Teoría Constructiva:* Esta teoría del aprendizaje da cuenta de un cambio radical en relación a las anteriores respecto a la concepción del aprendizaje, considerándolo como una redescrición de los propios conocimientos del aprendiz, quien tiene un papel transformador de su propio conocimiento (Pozo *et al.*, 2006). Como indicadores de esta postura, tomamos la preferencia por aquellas situaciones que permiten explicitar los distintos puntos de vista, considerando los procesos representacionales del sujeto, la contextualización de la información y aquellas situaciones que favorecen la integración de saberes y puntos de vista.

El diseño de las preguntas específicas para explorar las concepciones o teorías implícitas en este campo ha sido una tarea dificultosa, dado que a través de un procedimiento consciente, se pretende obtener información sobre las concepciones de carácter implícito acerca de la adquisición, en este caso, la adquisición o transmisión del conocimiento científico en el contexto de la divulgación y la educación científicas. Asumimos que no llegaremos al nivel más implícito en el pensamiento de los participantes acerca de la educación y la divulgación científica, ya que estamos solicitando explicitación de posicionamientos frente a las cuestiones formuladas por escrito en el cuestionario. Proponemos subsanar algo de esta dificultad al presentar diversas tareas, que ponen en juego para su resolución procesos con distintos niveles de explicitación.

A continuación presentamos las preguntas y sus respectivas opciones de esta segunda parte del instrumento dedicada a detectar las concepciones de cada uno de los participantes respecto de la divulgación y educación científicas.

Para el diseño de las preguntas, como ya se ha mencionado, nos basamos en el modelo de Pozo (1996), quien describe como elementos de análisis de cada

componente (condiciones, condiciones y resultados), los supuestos epistemológicos, ontológicos y conceptuales. Este modelo que analiza el sistema de aprendizaje desde estos componentes y supuestos, nos sirvió de base para analizar la divulgación y la educación científicas desde esta perspectiva teórica.

### **Contexto: Divulgación Científica**

Presentamos a continuación la formulación textual de cada pregunta y el componente del aprendizaje sobre el que enfoca cada una. Luego presentamos las dos opciones que elaboramos para cada una de las teorías e indicamos qué aspecto de la teoría correspondiente se priorizó en cada opción. Por supuesto, el cuestionario enviado a los participantes no indicaba el tipo de teoría y en las diferentes preguntas, las diversas opciones aparecían en orden variado (ver Anexo I).

- **Pregunta 1: *La importancia de la divulgación científica radica principalmente en...***

*Componente del aprendizaje: RESULTADOS DE LA DIVULGACION.*

Esta pregunta busca indagar acerca de lo que los investigadores e investigadoras consideran debería ser la meta de la divulgación o los resultados a los que sería esperable llegar mediante esta actividad.

- Opciones representativas de la teoría Directa:

Opción 1: “*Captar tempranamente futuros científicos o talentos científicos.*”

Opción 2: “*Es inútil (la divulgación científica). Por ser informal y asistemática, no logra un cambio real en los conocimientos de las personas acerca de la ciencia.*”

Las dos opciones diseñadas como representativas de la teoría Directa expresan dos caras de una característica de ésta: la fijeza de las capacidades o habilidades individuales. La primera se refiere a una capacidad ya dada en una persona y que la divulgación debería detectar. La segunda enfoca sobre las personas no particularmente capaces para

la ciencia y considera que las iniciativas de divulgación no lograrán realmente la adquisición de conocimientos científicos por parte de una persona legla.

- Opciones representativas de la teoría Interpretativa:

Opción 1: *“Valorar la ciencia y a los científicos, lo que ayudará a que la ciudadanía apoye la inversión en ciencia.”*

Opción 2: *“Eleva el nivel medio de conocimientos científicos en la población general, de una manera autorizada, accesible y actualizada, desterrando supersticiones comunes aún hoy en día.”*

La primera opción presentada para esta teoría propone como meta el apoyo de la sociedad a la comunidad científica y su financiación. Consideramos esta opción Interpretativa porque hace referencia a los procesos valorativos que median en las posturas de las personas frente a conocimientos establecidos y autorizados. La segunda opción apunta al mejoramiento del nivel de conocimientos científicos de la sociedad, considerando como parámetros la autoridad de los expertos. Tiene en cuenta el sentido común pero sin asignarle el estatus de conocimiento valioso.

- Opciones representativas de la teoría Constructiva:

Opción 1: *“Promover en las personas no expertas en ciencia el replanteo de los fenómenos cotidianos, para que avancen hacia una mayor comprensión y reflexión.”*

Opción 2: *“Garantizar el derecho de la población a conocer los avances y problemas de la ciencia, lo que promoverá el ejercicio de una ciudadanía responsable.”*

Las dos opciones representativas de esta teoría proponen el replanteo de la postura propia, apuntando a una redescrición del conocimiento personal para acercarse al punto de vista científico. Una hace hincapié

en la elaboración de una perspectiva personal y, la otra, en la participación social y política.

- **Pregunta 2: Las mejores propuestas de divulgación científica son las que...**

Al igual que las otras preguntas, cuenta con seis opciones de respuesta, dos para cada teoría.

*Componente del aprendizaje: PROCESOS DE DIVULGACIÓN.*

Esta pregunta busca indagar acerca de los procesos necesarios para el logro de una exitosa adquisición de conocimiento a través de la divulgación.

- Opciones representativas de la teoría Directa:

Opción 1: *“Muestren la verdadera ciencia en su contexto de producción, con su terminología, métodos y resultados de última generación y a los científicos trabajando en su laboratorio con la perseverancia y el esfuerzo necesarios para hacer ciencia.”*

Opción 2: *“Se dedican a presentar los resultados indiscutiblemente más importantes de la ciencia en forma clara, simple y concisa.”*

Ambas opciones relacionadas con la teoría Directa presentan un rasgo central de esta teoría: exponer al receptor al conocimiento considerado verdadero, es condición necesaria y suficiente para su adquisición. La diferencia entre ambas radica en que una propone la exposición al experimento y al contexto científico de producción y, la otra, pone el énfasis en el tipo de discurso de exposición, alcanzaría con que sea claro, simple y conciso para facilitar la adquisición.

- Opciones representativas de la teoría Interpretativa:

Opción 1: *“Despiertan el interés en temas científicos presentando la actividad científica de manera divertida, moderna y original.”*

Opción 2: *“Permiten a los destinatarios hacer experimentos y prácticas, favoreciendo la adquisición de nuevos conocimientos o el abandono de los erróneos.”*

Las opciones representativas de esta teoría apuntan a dos dimensiones de la mente del aprendiz en su acceso a la divulgación y la actividad. Una opción da mayor importancia al aspecto lúdico y descontracturado para lograr un mejor aprendizaje (*aprender jugando*) y, la otra, enfatiza la necesidad de desterrar los conocimientos erróneos por los correctos, lo que se lograría a través de la experimentación y la práctica continuadas (*aprender haciendo*). En ambas opciones interviene una visión de progreso lineal.

- Opciones representativas de la teoría Constructiva:

Opción 1: *“Promueven actividades en las que los destinatarios tomen conciencia de sus propios conocimientos, expongan sus creencias, dudas y limitaciones, favoreciendo su reformulación, revisión y ampliación.”*

Opción 2: *“Concientizan al público sobre los diversos niveles de análisis de la realidad, lo que le permitirá cierto nivel de integración y relación de los conocimientos de la vida diaria y los conocimientos científicos.”*

Las alternativas constructivas apuntan a aspectos similares de la teoría, aunque una haciendo mayor hincapié en lo individual y la otra, en lo social. Así, la primera apunta a la integración de los diversos niveles de comprensión que posee una persona. Y la segunda, al análisis de los diferentes puntos de vista para abordar la realidad dados en la sociedad, relacionando e integrando los conocimientos cotidianos con los científicos.

- **Pregunta 3. Cuando el público general tiene una concepción o idea intuitiva, que resulta errónea según el conocimiento**

***científico, lo mejor de una iniciativa de divulgación científica sería que...***

*Componente del aprendizaje: PROCESOS DE DIVULGACIÓN (en relación a ideas previas erróneas)*

Esta pregunta tiene como objetivo analizar las acciones que los investigadores consideran deben llevarse a cabo frente a las ideas que, desde el punto científico, no son correctas, pero muy difundidas entre el público lego. Es decir, qué ha de hacerse frente a un público no experto que sostiene fuertemente una idea que no es la que la comunidad científica avala como correcta. Creemos que es una pregunta que posibilita un buen acceso a cierto nivel de las concepciones implícitas, ya que hace referencia a un problema muy común, con el que seguramente tienen experiencia, como por ejemplo, la gran difusión de teorías pseudocientíficas. Aquí indagamos la actitud frente a este tipo de ideas y cómo actuar frente a ellas (desterrarlas o ayudar a los sujetos en la construcción de argumentos más sólidos).

- Opciones representativas de la teoría Directa:

Opción 1: *“Explique la posición correcta al respecto mencionando apenas la idea incorrecta para que ésta no se siga fijando o se difunda aún más.”*

Opción 2: *“Presente la idea en su contexto científico, detalladamente y con rigurosidad, lo que asegurará que se sustituya la noción incorrecta por la sustentada científicamente”*

Las dos opciones directas hacen referencia a un mismo aspecto de la teoría: una buena y cuidadosa exposición al conocimiento alcanza para aprender y desterrar cualquier conocimiento erróneo. En un caso alcanzará para reemplazar los conocimientos incorrectos y en el otro, porque una buena explicación, contextualizada, rigurosa y detallada es la mejor metodología para adoptar un conocimiento científicamente correcto.

- Opciones representativas de la teoría Interpretativa:

Opción 1: *“Retome la idea errónea y, valiéndose de recursos actuales y novedosos, la descalifique y presente la noción correcta, con el objetivo de que se la adopte en el futuro, en lo posible con cierta comprensión.”*

Opción 2: *“Analice, contraste y aclare las razones que la hacen incorrecta desde el punto de vista de los científicos, luego se presente la idea correcta para que se abandone la incorrecta.”*

La primera de estas opciones podría encajar entre las de la teoría directa, ya que propone el reemplazo de las ideas incorrectas por las correctas, pero la consideramos interpretativa porque para lograr este objetivo menciona como necesarios métodos novedosos, actuales y “motivantes”, dejando entrever la importancia de la actitud del sujeto frente al aprendizaje.

La segunda también prioriza la actividad del sujeto en la adquisición del conocimiento, a través del análisis, contrastación y aclaración, lo que podría ubicarla cerca de una postura constructivista, pero no lo es porque propone el reemplazo de una idea incorrecta por una correcta, sin hacer mención a una reestructuración del saber.

- Opciones representativas de la teoría Constructiva:

Opción 1: *“Proponga la explicitación de las creencias, contradicciones e inquietudes sobre el tema, permitiendo cuestionarlas y revisarlas luego del análisis de argumentos más sólidos y fundamentados.”*

Opción 2: *“Brinde explicaciones que permitan profundizar la comprensión y, eventualmente, plantearse nuevas dudas y problemas, desde un punto de vista más abarcativo y consistente.”*

Ambas opciones de esta teoría proponen el replanteo de la propia postura, revisándola con el objetivo de lograr argumentos con mayor poder explicativo, solidez, consistencia y alcance.



- **Pregunta 4.** *En su opinión, para asegurar que los investigadores se involucren en la divulgación científica, sería crucial que hubiera iniciativas de política científica que promuevan...*

*Componente del aprendizaje: CONDICIONES DEL CONTEXTO CIENTÍFICO DE LA DIVULGACION.*

Esta pregunta fue incorporada luego del estudio piloto, ya que reflexionamos sobre la información que nos daban las diversas preguntas y creímos que era necesario también indagar acerca de lo que los investigadores opinaban y consideraban relevante como política científica para promover la actividad divulgativa. Y esto es importante, porque (como planteamos en el Capítulo 2) entre la comunidad científica no hay acuerdo acerca de la divulgación o sobre quién y cómo debe llevarse a cabo y, al mismo tiempo, no es una actividad que se suela tomar en consideración a la hora de evaluar la idoneidad de un investigador. Por lo que, por lo general, es frecuente escuchar que aquellos que se dedican a esta actividad colateral a su actividad de investigación, suelen hacerlo por gusto personal, por características específicas de su entorno laboral o, en algunos casos, porque no “encajan” en su área de investigación. Esto último, que suena descalificante para con aquellos que hacen divulgación, no es una opción que se nos ha ocurrido a nosotros, sino algo que hemos escuchado a lo largo de nuestra experiencia con investigadores y divulgadores. Si bien hay investigadores activos, exitosos y que se dedican también a la divulgación, no son los casos más comunes, ni la idea generalizada dentro de la comunidad científica hacia los divulgadores (Barceló, 1998).

El planteo de esta pregunta no aborda estrictamente lo propuesto en el marco teórico como los componentes del aprendizaje (condiciones, procesos y resultados). Sin embargo, creemos que puede ser considerado como “condiciones”, no del aprendizaje en sí, sino de la actividad de divulgación. Es decir, la pregunta explora concepciones acerca de las condiciones que promueven o no la actividad divulgativa y, con ella, la posibilidad de que el

público lego acceda al conocimiento científico y tome decisiones relacionadas con ese saber.

- Opciones representativas de la teoría Directa:

Opción 1: *“La obligatoriedad de dedicarse a la divulgación a través de la evaluación sistemática de la actividad científica de los investigadores.”*

Opción 2: *“Destinar partidas presupuestarias que contemplen ayudas, premios, etc. para aquellos que participen o presenten proyectos destinados a la divulgación científica.”*

Las opciones directas de esta pregunta hacen mención exclusivamente a condiciones externas de ejecución, es decir, que no suponen un encuentro entre las partes intervinientes o un replanteo sobre los diversos puntos de vista respecto a los motivos para la divulgación, sino una simple restricción o presión para dedicarse a ella.

Una de las opciones propone como condición para la divulgación, medir las contribuciones en ese ámbito con evaluaciones periódicas, partiendo de una obligación a realizar estas contribuciones. En el otro caso, propone premiar aquellos que tengan iniciativas en tareas divulgativas y las lleven a cabo. De acuerdo al Capítulo 3 de Pozo *et al.* (2006), se podría establecer una relación entre la teoría directa del aprendizaje y el conductismo. Creemos que las opciones directas para esta pregunta apuntan a esta relación, promoviendo la divulgación a base de premios y castigos.

- Opciones representativas de la teoría Interpretativa:

Opción 1: *“La creación de un instructivo básico general de fácil implementación y éxito comprobado para que los investigadores pongan en práctica actividades divulgativas según las necesidades de la sociedad actual.”*

Opción 2: *“Establecer un sistema de asesorías técnicas breves y de calidad, para aquellos investigadores que dedican parte de su actividad a la divulgación científica.”*

Las dos opciones que diseñamos como representativas de esta teoría refieren a la actividad del sujeto (que en este caso es el propio científico), uno hace mención de un instructivo básico de éxito comprobado, de fácil y rápida aplicación, que el investigador, según su percepción de las necesidades sociales, puede poner en práctica, pero sin mucho esfuerzo de su parte, ni distracción de sus tareas habituales de investigación, dando la idea que con un entrenamiento sería suficiente. La otra opción apunta a la misma idea: que aquel investigador que quiera dedicarse a la divulgación pueda contar con una asesoría breve y efectiva, de calidad comprobada, pero no se menciona ningún replanteo de su tarea.

- Opciones representativas de la teoría Constructiva:

Opción 1: *“La formación en divulgación de los investigadores y el intercambio con diversos sectores de la sociedad con el fin de mejorar las propuestas divulgativas en función de las necesidades y de los resultados.”*

Opción 2: *“Proyectos interdisciplinarios de divulgación científica, en los que las diferentes áreas integren sus diversos puntos de vista y generen un material que ayude a los receptores a replantearse su propio punto de vista.”*

Las opciones constructivas se refieren ambas a una integración de puntos de vista. En un caso, propone mejorar las ofertas divulgativas en función de las necesidades sociales, pero hace mención a la importancia en la formación de los investigadores en esta temática y en el intercambio con diversos sectores, para integrar diversas miradas sobre el tema a divulgar. La segunda opción tiene un planteo similar (proyectos interdisciplinarios), pero incorpora, además, al

receptor y la importancia de generar un material que le ayude a repensar su punto de vista sobre un tema.

### **Contexto: Educación Científica**

La decisión de incluir una sección con preguntas acerca de la educación formal en ciencias, se basa en que tanto la divulgación como la educación formal, se relacionan con la adquisición de conocimiento, aunque con diferencias respecto a las condiciones, objetivos, etc. Consideramos que incluir preguntas sobre la educación formal y escolar, nos permitiría abordar la cuestión de adquisición de conocimiento desde un aspecto conocido por todos los encuestados: no todos tienen experiencia en divulgación, pero todos tienen experiencia en educación formal, porque han pasado por ella, por lo menos como alumnos. Como ya mencionamos, un investigador cuenta con una experiencia personal, académica y profesional que lo lleva a generar, además, creencias y posturas acerca de la adquisición y transmisión del conocimiento. Esta experiencia está organizada en diversos niveles de representación. Apuntamos con estas preguntas a indagar su postura y cuán elaborada es, desde el enfoque de las teorías implícitas de aprendizaje.

En este apartado del cuestionario dedicado a la educación científica, se presentan dos preguntas de elección múltiple, y otra que solicita determinar el mejor momento de comienzo de la educación científica, acompañada de una solicitud de justificación. Estas preguntas fueron también concebidas según los tres componentes -las condiciones, los procesos y los resultados- del sistema de teorías del aprendizaje propuesto por Pozo (1996) aplicándolo al sistema de enseñanza. La primera pregunta de esta sección, si bien menciona las condiciones que son mejores para aprender ciencia, hace referencia también a los procesos por los que se debería llegar a esas “mejores” condiciones de aprendizaje.

La segunda pregunta indaga acerca de las condiciones del docente en ciencias, condiciones que facilitarían o no al aprendizaje de los alumnos (es decir sus resultados).

A continuación analizaremos las seis opciones de respuestas dadas para ambas preguntas.

- **Pregunta 5: *Las mejores condiciones para aprender ciencias son...***

*Componente del aprendizaje: PROCESOS DE ENSEÑANZA*

- Opciones representativas de la teoría Directa:

Opción 1: *“Disponer de muchas horas de educación científica y continuado acceso a variados ambientes bien equipados a cargo de personal especializado.”*

Opción 2: *“Acceder a clases o experiencias que ejemplifiquen, grafiquen o ilustren adecuadamente cómo son los fenómenos del mundo y cómo se hace ciencia.”*

Ambas conciben al aprendizaje como copia. Para lograrlo basta con exponerse al objeto a conocer, ya sea por una cuestión más bien cuantitativa o acumulativa de muchas horas de contacto con el conocimiento; como por una cuestión más cualitativa, realizando una exposición a través de medios variados o alternativos.

- Opciones representativas de la teoría Interpretativa:

Opción 1: *“Contar con explicaciones claras y modelos de resolución de situaciones relacionadas con la disciplina y luego ofrecer problemas para que se practique y afiance lo enseñado.”*

Opción 2: *“Participar de experimentos motivantes diseñados para aprender en forma activa y divertida usando técnicas y herramientas actuales.”*

Una de las opciones es muy parecida a las opciones directas, proponiendo exponer al sujeto a exposiciones claras y modelos de resolución de problemas. Pero lo que, a nuestro juicio, la acerca a una concepción interpretativa es que contempla la ejercitación o práctica de esos modelos de resolución. Es decir, adquirir cierta pericia (actividad del sujeto), es necesario para afianzar un aprendizaje. La segunda opción, en cambio, hace referencia a que el

conocimiento debe ser transmitido de una forma divertida y actual, dando la idea que el aprendizaje se alcanza si cuenta con la actitud del sujeto y para esto es necesario motivarlo valiéndose de la gracia o la diversión, o como se escucha muchas veces en ámbitos educativos: *aprender jugando o aprender sin darse cuenta.*

- Opciones representativas de la teoría Constructiva:

Opción 1: *“Propuestas que recuperan los conocimientos de los alumnos, por más limitados que sean, para ampliarlos, ajustarlos o revisarlos a partir de los conocimientos nuevos.”*

Opción 2: *“Una enseñanza que promueva en los alumnos formas más potentes y abarcativas de explicar aspectos de la realidad y a ampliar su horizonte de intereses.”*

Las opciones constructivas plantean en diferentes términos la integración de los propios conocimientos o puntos de vista con los científicos, con la intención de lograr niveles diferenciados de organización del saber y formas más potentes de explicación de la realidad.

- **Pregunta 6. Quienes mejor pueden enseñar ciencias son aquellas personas...**

*Componente del aprendizaje: CONDICIONES DE ENSEÑANZA: EL DOCENTE*

- Opciones representativas de la teoría Directa:

Opción 1: *“Que poseen un gran conocimiento del tema y pueden presentar lo esencial de manera simplificada.”*

Opción 2: *“Que presentan el tema de manera clara, precisa y actualizada, sin incluir errores técnicos o conceptuales.”*

Las dos opciones que consideramos representativas de la teoría directa para presentar en este tramo del cuestionario, se refieren a

dos aspectos diferentes como condiciones esperables en el docente o aquél que quiere transmitir un conocimiento. En un caso hace referencia al gran dominio del tema (*expertise*) como condición suficiente y en el otro caso, al rigor en el uso de términos y a la presentación clara y actualizada.

- Opciones representativas de la teoría Interpretativa:

Opción 1: *“Con un gran conocimiento del tema y que lo presentan de manera amena y divertida, sin sacrificar la rigurosidad.”*

Opción 2: *“Que parten de lo que los alumnos creen que saben sobre el tema para lograr finalmente corregir serios, aunque lamentablemente comunes, errores conceptuales.”*

Para esta pregunta también una de las opciones interpretativas se parece mucho las directas (gran dominio del tema y rigurosidad), pero agregando que la transmisión se haga de manera amena y divertida. La segunda, en cambio pone el acento en los conocimientos erróneos que es necesario desterrar.

- Opciones representativas de la teoría Constructiva:

Opción 1: *“Interesadas en qué saben, cómo piensan y resuelven problemas los alumnos y les permiten revisar y ampliar sus conocimientos y replantearlos, aunque esto les demande más tiempo.”*

Opción 2: *“Que atienden los conocimientos y dudas de los alumnos, favoreciendo formas más sólidas y conscientes de entender los fenómenos para operar en diversas situaciones y acceder a nuevos conocimientos.”*

La primera opción entiende por buen docente a aquél que apunta a la calidad del aprendizaje y no a la cantidad, entendiendo por calidad, aquellas iniciativas que permiten que cada uno revise sus conocimientos, los tome en perspectiva y desde allí pueda

replantearlos, apuntando a una visión más amplia y sólida de los fenómenos, en lugar de la acumulación de conocimientos sin profundidad. La segunda apunta a lo mismo que la anterior (revisar y ampliar los propios conocimientos y puntos de vista), pero agrega la posibilidad de operar en diversas situaciones (idea de diversos niveles de análisis) y la ampliación de los conocimientos.

- **Nivel educativo elegido para el comienzo de la educación científica**

#### **Preguntas cerradas**

El cuestionario brinda tres opciones acerca del nivel desde el cual conviene comenzar con la enseñanza de la ciencia: inicial, primario o secundario y se solicita marquen una sola opción. Pensamos que una preferencia por el nivel inicial podría indicarnos la creencia que desde temprana edad se puede acercar el conocimiento científico, teniendo en cuenta el desarrollo, pero de manera de aportar una reflexión sobre el mundo y sus fenómenos. En cambio, una elección del nivel secundario podría estar mostrando que la educación científica requiere contar con una base relativamente amplia de conocimientos escolares y la consolidación de esquemas hipotético-deductivos de pensamiento.

#### ***C. Concepción acerca de la divulgación científica a través de textos***

##### ***divulgativos***

#### **Preguntas cerradas**

Se presentan tres textos, que presentan un mismo tema, la teoría de Gravitación de Isaac Newton, abordado en cada caso de manera distinta. Se eligió un tema lo suficientemente básico en física, para que todos opinaran sobre ellos y no se excusaran por no “ser de la especialidad” correspondiente al tema tratado en el texto, como había sucedido en un estudio anterior (Bengtsson, 2004). Los tres textos se construyeron o seleccionaron atendiendo a los principios organizadores a cada una de las tres teorías del aprendizaje (directa, interpretativa y directa).



Para el diseño de esta tarea, se partió de un texto de divulgación existente (Bressan, 2004) que utilizamos como uno de los tres textos (versión 1) y se solicitó a un investigador que reelaborara este texto, según su criterio sobre los textos de divulgación (versión 3). Obtuvimos así un texto con características que se corresponden con la teoría interpretativa. La versión 2, se trabajó en conjunto con otro investigador, también a partir de la versión 1, para lograr obtener un texto que reflejara una postura constructivista. Es decir que los textos 1 y 3 son genuinos textos redactados por científicos, en tanto que el texto 2 es el fruto de una colaboración entre un científico y nosotros.

Con esta tarea, tal como se dijo antes, se busca aportar al análisis de la coherencia en las respuestas dadas a lo largo del cuestionario, el que a través de las diversas teorías exige distintos grados de explicitación. Creemos que la elección de un texto se ve influenciada por la representación que se tiene del conocimiento y de cómo debe ser transmitido por medio de un soporte como el textual. Originalmente, nuestra intención era contrastar esta elección con la justificación que cada sujeto brinde a la elección.

Se solicitó tanto una elección positiva (“¿Cuál le parece más adecuado para explicar el tema en el contexto de la revista de divulgación?”) como una negativa (¿Cuál le parece el menos indicado?”) de uno solo de entre los tres textos presentados y una justificación para cada una de las dos elecciones.

Presentamos una caracterización de los tres textos, en el orden según son presentados en el cuestionario. Los textos pueden consultarse en el Anexo I.2.

### **Versión 1: Teoría Directa**

Sostenemos que esta versión refleja una postura directa respecto a la transmisión del conocimiento porque se representa el tema de manera descontextualizada, como si no hicieran falta mayores explicaciones, justificaciones o recursos que incluyan al lector y sus conocimientos sobre el tema o su postura, por ejemplo. Este texto da por sentado que el lector tiene conocimiento de lo que es la notación moderna, qué son los objetos masivos o la Constante de Gravitación Universal. En la medida que el lector pueda reproducir el texto luego de leerlo, se considerará que lo comprende. Esta postura se representa al conocimiento como

una verdad incuestionable, sustentada por una visión dualista que considera que el conocimiento sólo tiene dos opciones: o es verdadero o es falso.

### **Versión 2: Teoría Constructiva**

Esta versión, elaborada en conjunto con un investigador, a partir del primer párrafo del texto de *Cavendish*, el que presentamos como **versión 1** (Bressan, 2004), busca incorporar elementos acordes con una visión constructiva. En esta versión se buscó, a través de la inclusión de preguntas y otros recursos textuales, hacer que el lector revise sus conocimientos sobre el tema. Así como contextualizar históricamente a Newton, a través de la mención del siglo en que éste vivió, presentando esta idea científica en relación a una determinada época, vinculada a determinados fenómenos y teorías utilizando frases como: “*en el contexto de la física de Newton*”. A través de las preguntas, se intenta relacionar ideas que tal vez, en apariencia para un lego pueden no tener conexión. Por último, presenta vínculos con otros textos, para invitar al lector a seguir buscando información sobre el tema y no cerrarla en un solo texto.

### **Versión 3: Teoría Interpretativa**

Esta versión al igual que la segunda, reelabora la versión 1, haciéndola más comprensible y amena a la lectura, a través de mayores explicaciones, pero no apela a los conocimientos del lector, así como tampoco explica conceptos, en nada obvios para un lector lego. Consideramos que se supondrá que, al igual que en la primera versión, la copia del contenido del texto es suficiente para su comprensión.

#### **6.2.2.1. Validación del instrumento**

Luego de la modificación del cuestionario, a partir de los resultados del estudio piloto y los comentarios de colegas al presentarlo en un seminario interno del Programa de doctorado, realizado en Bariloche en julio de 2006 (Bengtsson, 2006), fue sometido a una validación de jueces.

Los jueces convocados fueron once: siete españoles y cuatro argentinos, todos investigadores en psicología o expertos en investigaciones que abordan las

Teorías Implícitas del Aprendizaje en distintos dominios, todos autores de *“Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje* (Pozo *et al.*, 2006).

Se les solicitó evaluar únicamente las preguntas cerradas que indagan sobre las teorías implícitas, en divulgación y educación científicas (preguntas 1, 2, 3, 4, 5 y 6). Sin embargo, se les envió el cuestionario completo, para que tuvieran acceso al contexto de presentación del mismo, tal como iba a ser presentado a los participantes de nuestra muestra.

No solicitamos la codificación de los textos según cada una de las tres teorías, porque suponíamos sería una tarea difícil de resolver, dado que abordan un tema específico de física y los jueces no son especialistas en esta disciplina.

El pedido a los jueces fue el siguiente:

*“Les solicitamos la codificación de cada opción de las preguntas siguientes, según lo que Uds. consideren representa cada una de ellas. Les pediría que donde en el cuestionario se solicita una X ustedes, en cambio, pongan D, I, C, según a qué teoría creen que corresponde (Directa, Interpretativa, Constructiva).”*

#### 6.2.2.2. Resultados de la validación de jueces

No fueron consideradas las respuestas de dos jueces, debido a que dejaron en blanco varias celdas relacionadas con la elección de opciones. Contamos, entonces, con las respuestas de nueve jueces.

En primer lugar, contabilizamos las opciones para las que la teoría indicada por los jueces coincidía con nuestro diseño, para cada una de las seis preguntas del cuestionario. Por lo tanto, si en todas las preguntas hubiera coincidencia con nosotros, el total de las mismas sería 36 (6 preguntas x 6 opciones en cada una).

#### **• Nivel de acuerdo por pregunta y por juez**

Como podemos apreciar en la Tabla 6.2. el porcentaje de acuerdo alcanzado se situó entre 88% y 96% en todas las preguntas. La pregunta que obtuvo el mayor nivel de acuerdo es la que se dedica a los procesos de divulgación dirigidos a intervenir sobre las ideas de los destinatarios que no se ajustan al conocimiento científico, pregunta 3. La pregunta para la que el nivel de acuerdo fue menor es la

que se refiere a las condiciones necesarias para la promoción de la divulgación científica en investigadores, pregunta 4. Por otra parte, no se aprecian diferencias importantes según las preguntas se refieran al contexto de la divulgación científica o al de educación científica.

Las variaciones en el porcentaje de acuerdo para el conjunto de preguntas por juez se ubicaron entre 72,2% - 100%. Tres de los jueces manifestaron un acuerdo total, para las 36 opciones. Otros tres mostraron un acuerdo mayor al 90% y otros tres un acuerdo más bajo, entre el 88,9 % y el 72%.

**Tabla 6.2. Nivel de acuerdo por juez por pregunta** (máximo acuerdo por pregunta para cada juez = 6, para el total de preguntas por juez = 36, para cada pregunta por el total de jueces = 54)

PREGUNTAS		JUECES									Total de acuerdos de los jueces para las opciones de cada pregunta (máximo posible =54)	% sobre el máximo posible de 54
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Divulgación	DR1	6	6	6	6	6	4	6	4	6	50	93
	DP2	4	6	6	6	6	4	6	6	6	50	93
	DI3	6	6	6	6	6	4	6	6	6	52	96
	DC4	6	6	4	6	4	4	6	6	6	48	88
Educación	EPE5	6	6	6	6	6	4	6	6	4	50	93
	EC6	6	6	4	6	4	6	6	6	6	50	93
Total por juez		34	36	32	36	32	26	36	34	34		92,6
% Sobre el total de 36 opciones		94,4	100	88,9	100	88,9	72,2	100	94,4	94,4		

Uno de los jueces mostró un 72,2%: la falta de acuerdo estuvo entre las opciones directas e interpretativas en todas las preguntas, salvo una. En cambio, este juez sí mostró acuerdo con nosotros en las opciones constructivas. Con los jueces con los que el acuerdo no fue del 100%, también fue, en la mayoría de los casos, más alto para las constructivas.

- Nivel de acuerdo por pregunta y por teoría

También analizamos cómo fueron los niveles de acuerdo para cada pregunta y para cada una de las tres teorías (ver Tabla 6.3.). Consideremos que al contar con nueve jueces, el máximo número de acuerdos para cada opción de cada pregunta es 9.

**Tabla 6.3.** Nivel de acuerdo por pregunta y por teoría (total de jueces=9, por lo que el máximo acuerdo para cada opción correspondiente a cada teoría para cada pregunta =9)

Teoría/Preg	DR 1	DP2	DI3	DC4	EPE 5	EC6	MEDIAS
Directa	8	7	9	7	7	8	<b>Directa 8,08</b>
Directa	8	9	8	8	9	9	
Interpretativa	7	7	8	6	7	8	<b>Interpretativa 8</b>
Interpretativa	9	9	9	9	9	8	
Constructiva	9	9	9	9	9	9	<b>Constructiva 8,91</b>
Constructiva	9	9	9	9	9	8	
<b>MEDIAS</b>	<b>8,33</b>	<b>8,33</b>	<b>8,66</b>	<b>8</b>	<b>8,33</b>	<b>8,33</b>	

El nivel de acuerdo alcanzado respecto a la teoría constructiva fue de un 100% en casi todas las opciones. En cambio, para las teorías directa e interpretativa, como ya se mencionó, el acuerdo medio alcanzado fue de un 89,8% para la teoría directa y de un 89,9% para la teoría interpretativa.

La mayoría de las respuestas por pregunta alcanzó una media de acuerdo que se ubica entre el 8,33 y el 8,66, salvo en una pregunta en que el acuerdo fue más bajo, la pregunta 4, referida a las condiciones en la divulgación (en ésta la media es de 8).

Como puede verse en la tabla de medias, la alcanzada para la teoría constructiva (8,91) es mayor que para la interpretativa y la directa (8,08 y 8).

Creemos que donde el acuerdo no fue del 100%, teorías directa e interpretativa, se debe a que las opciones pueden, a veces, considerarse tanto de una como de otra teoría, dado que tienen los mismos supuestos epistemológicos y, tal vez no se presentaron opciones tan claramente relacionadas con una u otra teoría. En cambio, la teoría constructiva, implica un salto cualitativo considerable, reflejado más claramente en las opciones presentadas.

### **6.2.2. PROCEDIMIENTO DE CONTACTO Y RELEVAMIENTO DE DATOS**

Se optó por una modalidad escrita, a través de un envío por correo electrónico que permitió una llegada a un gran número de participantes dado que es un medio de respuesta voluntaria. Se solicitó que el cuestionario fuese realizada de manera individual (en ordenador o si fuera necesario al estilo lápiz y papel), sin el entrevistador delante, lo que creemos que facilitó la ejecución.

Tras contactar al entonces presidente de la AFA (Asociación Física Argentina), se envió a todos los afiliados un correo electrónico masivo, que además de permitir la llegada a 300 potenciales participantes, garantizaba la voluntariedad de las respuestas.

El correo electrónico que enviamos a los investigadores, adjuntando el cuestionario, fue el siguiente:

“Investigadores en Física.

*Somos un grupo de investigadores de la Universidad Nacional de Cuyo, Universidad Nacional del Comahue y Universidad Autónoma de Madrid al que nos interesa conocer lo que los investigadores, en concreto los investigadores en Física, piensan respecto a ciertos aspectos de la divulgación científica.*

*Las instituciones científicas se involucran crecientemente en actividades de divulgación científica, ya que ésta parece tener un rol muy importante para afianzar sociedades más democráticas y para profundizar el valor que se otorga socialmente a la ciencia.*

*Sin embargo, poco se conoce acerca de los puntos de vista de los propios científicos divulgadores sobre aspectos relacionados con la divulgación científica. Para ello, le plantearemos una serie de cuestiones sobre esta temática.*

*Le solicitamos complete las tres tareas que le presentamos en el archivo adjunto, las que le demandarán alrededor de media hora. Agradecemos su colaboración”.*

Para la devolución del cuestionario, dimos un plazo de quince días, que en algunas personas se extendió a más de un mes. Recibimos respuestas incluso luego de dos meses de enviado el cuestionario.

### **6.3. Sistematización de la información**

Con el objetivo de sistematizar la información obtenida con el cuestionario, elaboramos una base de datos con el programa Excel en la que las filas corresponden a los participantes y los grupos de columnas a las preguntas. Cada columna corresponde a una opción o modalidad de cada pregunta. La planilla obtenida consta de 71 filas (una para cada participante) y 14 grupos de columnas (uno para cada pregunta). Por ejemplo, para la primera pregunta cerrada del cuestionario “*Actividad de producción divulgativa*”, que brinda 4 opciones para las que se solicita que se elija sólo una, a cada una de las cuatro opciones, le corresponden 4 columnas contiguas.

Luego para cada uno de los 71 participantes se consigna un número 1 en la celda correspondiente a la opción seleccionada. De modo que cada participante, para esas primeras 4 columnas/opciones, debería tener un solo 1. En aquellas preguntas cerradas de la parte 2 del cuestionario, en la que solicitamos la elección de dos opciones, le corresponderán dos 1 por pregunta. Esta organización nos permitió identificar exactamente qué opciones elige cada sujeto, no sólo si es directa, interpretativa o constructiva. Eso puede ser útil para determinar, por ejemplo, que se prefiere una opción a otra de la misma teoría para la misma pregunta.

Al final, se agregaron tres columnas para consignar los totales de respuestas de elección de las opciones diseñadas como representativas de la teoría directa, interpretativa y constructiva por sujeto. Asimismo, en otras tres columnas volcamos los porcentajes de preferencia de cada participante para cada teoría: total de respuestas directas de ese sujeto/total de respuestas directas posibles. Estos mismos cálculos pueden hacerse parcialmente, para comparar porcentajes según educación o divulgación, o según componentes del aprendizaje.

En el próximo capítulo analizamos los resultados obtenidos a partir del cuestionario.





## **CAPITULO 7**

### **CUANDO LOS FÍSICOS PIENSAN ACERCA DE LA DIVULGACIÓN Y LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA**

#### **Fase 1: Resultados del cuestionario**

En este capítulo desarrollaremos paso a paso los progresivos análisis realizados sobre las respuestas de los participantes, detallando en cada uno la metodología empleada. En el apartado 7.1. informamos la distribución de respuestas para cada una de las distintas preguntas del cuestionario. En el apartado 7.2. presentamos diversos análisis de las asociaciones entre preguntas en los contextos de educación y divulgación científicas y elecciones de respuesta. Estos dos primeros apartados contribuyen al objetivo A (ver Capítulo 5), que propone indagar la manifestación de las tres principales teorías implícitas del aprendizaje en las concepciones de los investigadores en física, un panorama de sus preferencias por opciones de respuesta correspondientes a las teorías Directa, Interpretativa y/o Constructiva ante las preguntas referidas a la educación científica, la divulgación científica en general y aquella en Física a través de textos.

En función del objetivo B presentado en el Capítulo 5, que busca analizar las relaciones entre las concepciones, analizamos también en el apartado 7.2. las combinaciones de respuesta al interior de cada pregunta (recordemos que en 6 preguntas acerca de la educación y/o divulgación científicas pedimos a los participantes dos opciones por pregunta). Nos preguntamos aquí si las dos opciones elegidas por los participantes para cada pregunta correspondían a la misma teoría o a teorías distintas. Y en este último caso, si éstas eran próximas (es decir, contiguas en la progresión evolutiva que se ha planteado desde la Teoría Directa a la Teoría Interpretativa, y desde ésta a la Teoría Constructiva), o distantes (es decir, una opción correspondiente a la teoría directa y la otra a la constructiva).

También en relación con ese segundo objetivo, aplicamos un Análisis de Correspondencias Múltiples (ver 7.3.1 y 7.3.2.) para identificar los mayores ejes de variabilidad en las respuestas de los participantes al conjunto de preguntas del cuestionario. A partir de estos resultados aplicamos un Análisis de Clasificación

Jerárquica Ascendente (ver 7.3.3. y 7.3.4.) para asignar cada participante a una clase, que interpretamos en términos de un perfil conceptual. Estos dos análisis nos permitieron abordar el objetivo C, que consiste en evaluar la influencia de la experiencia en educación e investigación en las concepciones de los investigadores. Y en particular el Análisis de Clasificación nos permitió. seleccionar los participantes de la Fase 2 en función de esos perfiles conceptuales, tal como nos habíamos planteado en el objetivo D.

### **7.1. Distribución de respuestas para las distintas preguntas**

En este apartado informamos la distribución de las respuestas de los 71 participantes para las diferentes cuestiones indagadas: *Caracterización general del participante, Caracterización del participante en su relación con la producción y transmisión de conocimiento científico como investigador, como docente y como autor y público de divulgación, Concepciones acerca de divulgación científica y de educación científicas y Concepciones sobre divulgación por medio de textos*. Toda la información proviene de la tabla matriz elaborada a partir de los resultados y que presentamos de manera resumida en el Anexo I.3 y I.4.

#### ***Caracterización general del participante: Edad, género, título académico, lugar de trabajo y su relación respecto a la docencia y la investigación***

La tabla 7.1. nos enseña la distribución de los 71 participantes según la edad. Los hemos agrupado según etapas vitales (Levinson, 1978). Podemos ver que la mayoría de los participantes se encuentra entre los 36 y los 60 años.

**Tabla 7.1. Distribución de los participantes por edad (n=71)**

<b>ETAPA VITAL</b>	Joven (hasta 35 años)	Adulthood temprana (36-45 años)	Adulthood madura (46 a 60 años)	Adulthood Tardía (+ de 60 años)
	13	25	23	10

En la tabla 7.2. presentamos la distribución de los participantes según género. Podemos ver que la mayoría de los que contestaron el cuestionario, son hombres (74,7%).

**Tabla 7.2. Distribución de los participantes por género (n=71)**

Género	Femenino	Masculino
	18	53

A continuación presentamos la distribución de los participantes según el Máximo Título Académico obtenido e Institución en la que trabaja.

**Tabla 7.3. Distribución por Máximo Título Académico obtenido<sup>1</sup> (n=71)**

TÍTULO	Dr. Física	Lic. Física	Dr. Química	Ingenieros Nuclear/ Mecánica.		Técnico	Mág. Prof.
<b>TOTAL</b>	53	8	2	2	2	2	2

**Tabla 7.4. Distribución por Institución en la que trabaja<sup>2</sup> (n=71)**

Institucion	UNLP UBA	Instituciones investigación CNEA CAB CAC	Universidades fuera de CABA y Pcia. De Buenos Aires)	Universidades Privadas	Universidades Extranjeras / otras Instituciones	NR
Total	12	40	12	2	3	2

Por último, la tabla 7.5. muestra la distribución de los participantes en relación a la investigación y la docencia. Vemos que la mayoría de los que

<sup>1</sup> Abreviaturas Tabla 7.3.: Mag.: Magister; Prof.: Profesor

<sup>2</sup> Abreviaturas Tabla 7.4.: UNLP: Universidad Nacional de La Plata; UBA: Universidad de Buenos Aires; CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica; CAB: Centró Atómico Bariloche; CAC: Centro Atómico Constituyentes; CABA: Ciudad Autónoma de Buenos Aires; Pcia.: Provincia; NR: No responde)

contestaron el Cuestionario, dirigen investigadores y se dedican a la docencia como profesores. Y los que menor presencia tuvieron fueron los becarios y estudiantes. Esto puede deberse, tal vez, a su participación en Asociación Física Argentina. Es decir, que aún no estén afiliados a ella.

**Tabla 7.5. Relación laboral de los participantes (Investigación y docencia)**

<b>Investigación (n=71)</b>	Becario	Investigador con director	Investigador sin director	Dirige Investigadores	Dirige grupo	Otros
	7	9	10	25	13	7
<b>Docencia (n=71)</b>	Estudiante	Ayudante	Jefe de trabajos prácticos	Profesor	Coordina Programa docente	No Responde
	1	10	14	34	2	10

*Caracterización del participante en su relación con la producción y transmisión de conocimiento científico como investigador, docente, autor y público de divulgación*

La tabla 7.6. nos enseña la distribución de los participantes según los años de experiencia en investigación y en docencia

**Tabla 7.6. Años de experiencia en docencia e investigación.**

Experiencia en docencia (en años)	<b>TOTAL</b>	Experiencia en investigación (en años)	<b>TOTAL</b>
0-9	<b>11</b>	0-9	<b>9</b>
10 a 19	<b>22</b>	10 a 19	<b>21</b>
20 a 29	<b>13</b>	20 a 29	<b>22</b>
más de 30	<b>8</b>	más de 30	<b>9</b>
No responde	<b>17</b>	No responde	<b>10</b>
<b>TOTAL</b>	<b>71</b>	<b>TOTAL</b>	<b>71</b>

En la Tabla 7.6. podemos ver que el panorama respecto a los años de experiencia en docencia e investigación es muy parejo. Descartando a aquellos que

no responden, la mayoría de los participantes manifiesta tener entre 10 a 19 años de experiencia en docencia. En segundo lugar encontramos una distribución bastante pareja entre los que tienen menos experiencia (0 a 9 años) y los que tienen entre 20 a 29 años. Por último, el menor número está los que tienen más de 30 años de experiencia.

Respecto a la experiencia en investigación, vemos que es muy pareja la experiencia en la franja que se ubica entre los 10 a 19 años y 20 a 29 años, igual que aquellos que tienen entre 0 a 9 años y más de 30 años de experiencia.

A continuación presentamos la distribución de los participantes según los años de en divulgación como público y como productor.

**Tabla 7.7. Distribución de los participantes según su experiencia en divulgación (n=71)**

<b>Cuando comienza a divulgar</b>	No Divulga	Como estudiante	Al comenzar su carrera	Una vez afianzado en su profesión	No Responde
	22	8	16	23	2

**Tabla 7.8. Distribución de los participantes según su experiencia como productores en divulgación (n=71)**

<b>Experiencia como productor</b>	Nula	Baja	Media	Alta	No Responde
	15	21	10	24	1

**Tabla 7.9. Distribución de los participantes según su experiencia como público de divulgación (n= 71)**

<b>Experiencia como público</b>	Baja	Media	Alta	NR
	24	16	30	1

Las Tablas 7.7., 7.8. y 7.9. nos muestran lo que nosotros hemos constatado en nuestros años de experiencia: la mayoría del conjunto de investigadores que contestaron el Cuestionario, no se dedica a la divulgación y aquellos que lo hacen comenzaron a realizarla una vez afianzados en su profesión.

Debemos aclarar que, de todas maneras, sabemos que quienes contestaron el Cuestionario conforman una muestra algo sesgada, ya que del aproximadamente 24% de los miembros de la Asociación Física Argentina que lo contestaron, podrían ser aquellos que tienen cierta afinidad con la divulgación demostrando interés en responder a esta tarea. Esto podría explicar por qué de entre las opciones brindadas por nosotros, la experiencia Alta como productor y como público fueron las que tuvieron mayor frecuencia.

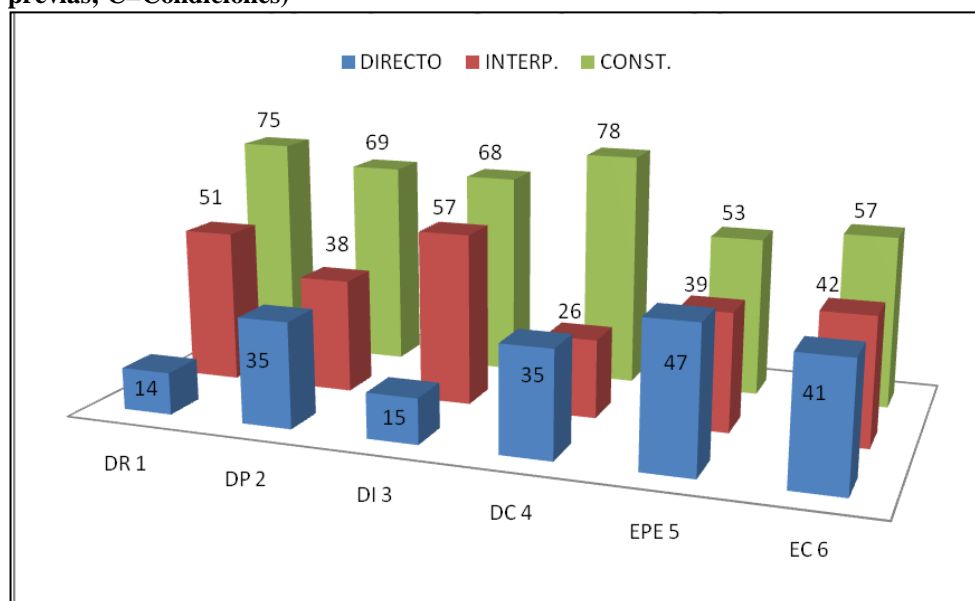
Presentamos ahora los totales de las frecuencias con que las opciones correspondientes a las tres teorías fue elegida para cada pregunta referida a la divulgación y a la educación científicas (Tabla 7.10.). Aclaramos que el total por pregunta debería ser 142, dado que se solicitaba la elección de dos opciones por pregunta. La diferencia en los totales obtenidos para varias preguntas está dada en que en esas preguntas, algunos participantes no marcaron ninguna de las dos opciones. En los gráficos y tablas que presentamos a continuación podemos ver que ambos contextos no se comportan de igual manera. En el contexto de educación científica, las respuestas elegidas en relación a las teorías que representan, están mucho más parejas que en el contexto de divulgación, en el que predominan las respuestas constructivas.

La Tabla 7.10. y el Gráfico 7.1. muestran las frecuencias de elección de opciones correspondientes a las tres teorías, por pregunta. Las preguntas son: DR1 (contexto: divulgación, componente: resultados, pregunta 1), DP2 (contexto: divulgación, componente: procesos, pregunta 2), DI3 (contexto: divulgación, componente: procesos a partir de ideas previas, pregunta 3), DC4 (contexto: divulgación, componente: condiciones, pregunta 4), EPE5 (contexto: educación, componente: procesos, pregunta 5) y EC6 (contexto: educación, componente: condiciones, pregunta 6), y las teorías D (directa), I (interpretativa) y C (constructiva).

**Tabla 7.10. Frecuencias de elecciones de opciones correspondientes a cada una de las tres teorías implícitas del aprendizaje para las seis preguntas.** (Se solicitó que para cada pregunta se seleccionaran dos opciones). D= Divulgación; E= Educación; R=Resultados; P= Procesos; I= Ideas previas; C=Condiciones)

PREGUNTAS		TEORÍA			TOTAL
		Directa	Interpretativa	Constructiva	
Divulgación	DR1	14	51	75	140
	DP2	35	38	69	142
	DI3	15	57	68	140
	DC4	38	26	78	142
Educación	EPE5	47	39	53	139
	EC6	41	42	57	140
<b>TOTAL</b>		190	253	400	843

**Gráfico 7.1.: Frecuencias de elecciones de opciones correspondientes a cada una de las tres teorías implícitas del aprendizaje para las seis preguntas.** (D= Divulgación; E= Educación; R=Resultados; P= Procesos; I= Ideas previas; C=Condiciones)



Vemos que las elecciones de las opciones correspondientes a la teoría constructiva presentan, en conjunto, en todas las preguntas las frecuencias más altas. La teoría interpretativa presenta las frecuencias más bajas en dos preguntas, una relativa a la educación y la otra a la divulgación (DC4 y EPE5) y la teoría directa presenta las frecuencias más bajas para cuatro preguntas, mayoritariamente relativas a la divulgación (DR1, DP2, DI3, EC6). En la pregunta EC6, las

frecuencias de elecciones de opciones correspondientes a las teorías directa e interpretativa son casi idénticas (41 y 42 respectivamente).

Se observan diferencias según las preguntas se refieran al contexto de divulgación o al de educación de la ciencia. La distribución de las opciones según las teorías se mantiene en forma semejante para las dos preguntas de educación (EPE5 Y EC6, correspondientes a los componentes procesos y condiciones, respectivamente) en tanto presenta mayores variaciones a través de las cuatro preguntas referidas a la divulgación. Si agrupamos las preguntas por contexto de aplicación (ver Tabla 7.11), observamos que la elección de opciones correspondientes a la teoría interpretativa se mantiene relativamente constante en los dos contextos, mientras que la presencia de la teoría directa es mayor en el contexto de educación que en el de divulgación, y la de la teoría constructiva muestra un patrón inverso, al ser más frecuente en el contexto de divulgación que en el de educación.

**Tabla 7.11. Porcentajes de elección de opciones correspondientes a cada una de las tres teorías implícitas del aprendizaje según los dos contextos: divulgación científica y educación científica.**

<b>DOMINIOS DE APLICACIÓN</b>	<b>TEORÍA</b>		
	Directa	Interpretativa	Constructiva
Divulgación	17%	32%	54%
Educación	31%	29%	39%

Respecto a la elección del nivel educativo más propicio para el inicio de la educación científica vemos que las elecciones del nivel primario y el nivel inicial están muy parejas, con una elevada frecuencia, en tanto que la elección del nivel secundario es rara.

**Tabla 7.12. Frecuencias de respuestas a la pregunta sobre el nivel en que debe comenzarse la educación científica en la educación formal (N=71)**

<b>NIVEL EDUCATIVO</b>	Secundaria	Primaria	Inicial	No Responde
<b>FRECUENCIA ELECCIÓN</b>	6	33	30	2



## 7.2. Asociación entre elección de opciones representativas de las distintas Teorías implícitas del Aprendizaje y preguntas en los contextos de educación y divulgación científicas

Para evaluar la independencia entre opciones correspondientes a las distintas teorías del aprendizaje y las distintas preguntas del cuestionario, apelamos a la prueba de independencia *Chi-cuadrado* (Hinton, 1995) y residuales estandarizados de Haberman (Haberman, 1974; Seskin, 2004).

### 7.2.1. PRUEBA DE INDEPENDENCIA $\chi^2$

Aplicamos a la tabla de contingencia presentada en la Tabla 7.10. (celdas en negrita) la prueba de independencia  $\chi^2$ , para evaluar la independencia entre las seis preguntas cerradas y la elección de opciones correspondientes a las tres teorías de aprendizaje. El resultado obtenido ( $\chi^2=51,15$ , g.l. =10) permite rechazar la hipótesis nula ( $p<0,01$ ).

### 7.2.2. RESIDUALES ESTANDARIZADOS DE HABERMAN

Por medio de esta prueba estadística, calculada a partir del  $\chi^2$ , determinamos qué categorías se vieron sub o sobrerrepresentadas si la distribución se diera por azar (ver Tabla 7.13.). En aquellos casos en que se obtenga + ó - 2, se acuerda que la distribución de respuestas se aleja de la situación de independencia.

**Tabla 7.13. Residuales estandarizados de Haberman (por teoría y por pregunta). D= Divulgación; E= Educación; R=Resultados; P= Procesos; I= Ideas previas; C=Condiciones**

Contexto	PREG.	TEORIA		
		Directa	Interpretativa	Constructiva
Divulgación	DR1	<b><u>-3.88813861</u></b>	1.81406898	1.58846664
	DP2	0.65968802	-0.92703722	0.29884587
	DI3	<b><u>-3.6666424</u></b>	<b><u>3.02568405</u></b>	0.29109063
	DC4	1.32042109	<b><u>-3.33657178</u></b>	<u>1.95747326</u>
Educación	EPE5	<b><u>3.48114697</u></b>	-0.550135	<b><u>-2.40796742</u></b>
	EC6	<b><u>2.09225894</u></b>	-0.00335362	-1.74764309

- Teoría Directa: La elección de opciones correspondientes a la Teoría Directa se vio sub-representada en las preguntas DR1 y DI3 del contexto de divulgación. En cambio en las dos únicas preguntas del contexto de educación, esta teoría se encuentra sobre-representada.
- Teoría Interpretativa: Esta teoría se vio sobre-representada en la pregunta que refiere a los procesos frente a ideas científicas erróneas y sub-representada en la que se refiere a la política científica para crear las condiciones necesarias para incentivar la divulgación.
- Teoría Constructiva: En la pregunta EPE5 respecto a la educación científica y sus procesos, se encuentra sub-representada. Respecto a la pregunta que se refiere a la política científica en el contexto de divulgación, si bien no llega a un valor estadístico como para considerarla sobre-representada, está muy cerca de ese valor.

### **7.2.3. COMBINACIONES DE RESPUESTA AL INTERIOR DE CADA PREGUNTA DE EDUCACIÓN Y DE DIVULGACIÓN**

Puesto que pedimos dos elecciones por pregunta, interesa estudiar la combinación de opciones elegidas por los participantes para cada pregunta, lo que nos puede brindar información acerca de la consistencia entre sus ideas al interior de cada componente indagado (condiciones, procesos, resultados) para cada contexto (educación o divulgación).

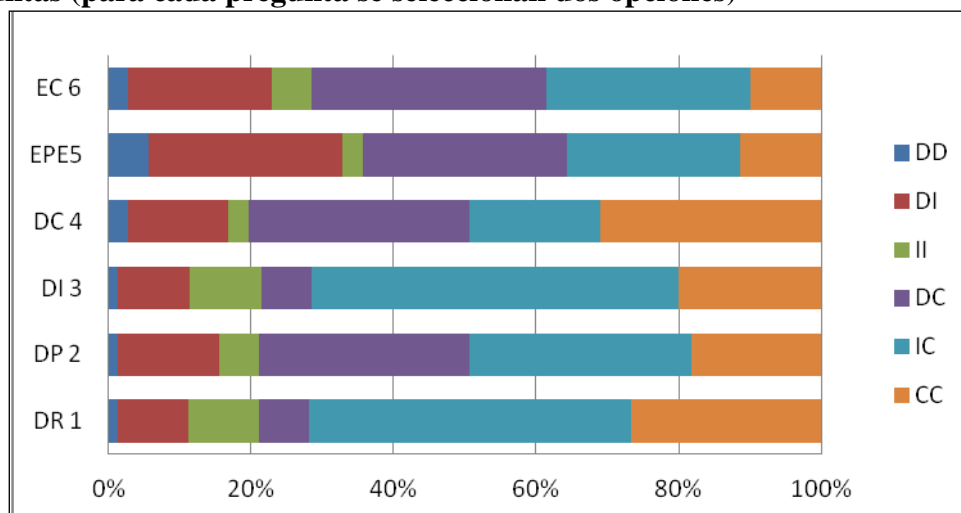
Analizando las seis combinaciones de opciones (Gráfico 7.2), observamos que la elección de dos opciones directas es minoritaria en las tres primeras preguntas de divulgación y en una de las preguntas de educación (EC6), encontrándose pareja (DC4) o superando (EPE5) a la elección de dos opciones interpretativas en las otras dos preguntas. Vemos que para todas las preguntas las combinaciones que tienen al menos una opción constructiva (DC, IC, CC) son las de mayor porcentaje (entre un 63% y un 80%), en tanto que las combinaciones que no incluyen ninguna opción constructiva, se ubican entre 19% y 35% (DD, II, DI).

Al analizar cómo se conforman las combinaciones que incluyen una opción constructiva, encontramos importantes variaciones a lo largo de las preguntas. En

las tres primeras preguntas, todas relativas a la divulgación, la de mayor frecuencia es la combinación de una opción constructiva y una interpretativa (IC). En la pregunta DC4, referida a las condiciones en divulgación, las combinaciones de dos opciones constructivas (CC) y una constructiva con una directa (DC), obtienen porcentajes iguales (30,9%), que superan notablemente la combinación de una opción constructiva y una interpretativa (18.3%).

Para las preguntas referidas al contexto de la educación científica (EPE5 y EC6), la conformación de las combinaciones que incluyen al menos una opción constructiva es más uniforme. Para ambas preguntas de este contexto, la de mayor porcentaje es la que combina una opción directa con una constructiva (28,1% para EPE5 y 32,4% para EC6), seguida por la combinación de una opción constructiva y una interpretativa (23,9% y 28,2% respectivamente), y en tercer lugar por dos opciones constructivas (11,4% y 10%, respectivamente). En este contexto, el educativo, la combinación de opciones que no incluyen ninguna de las constructivas es más frecuente que en el contexto de divulgación, primando la elección de una opción directa y una interpretativa, que en el caso de la pregunta EPE 5 alcanza el 26,8%. En la segunda pregunta, la de mayor porcentaje también combina una opción directa con una constructiva (32,4%), seguida por la combinación de una opción interpretativa con una opción constructiva (28,17%).

**Gráfico 7.2. Distribución de las combinaciones de opciones según las seis preguntas (para cada pregunta se seleccionan dos opciones)**



En vistas de esta distribución, nos interesó diferenciar entre las combinaciones que:

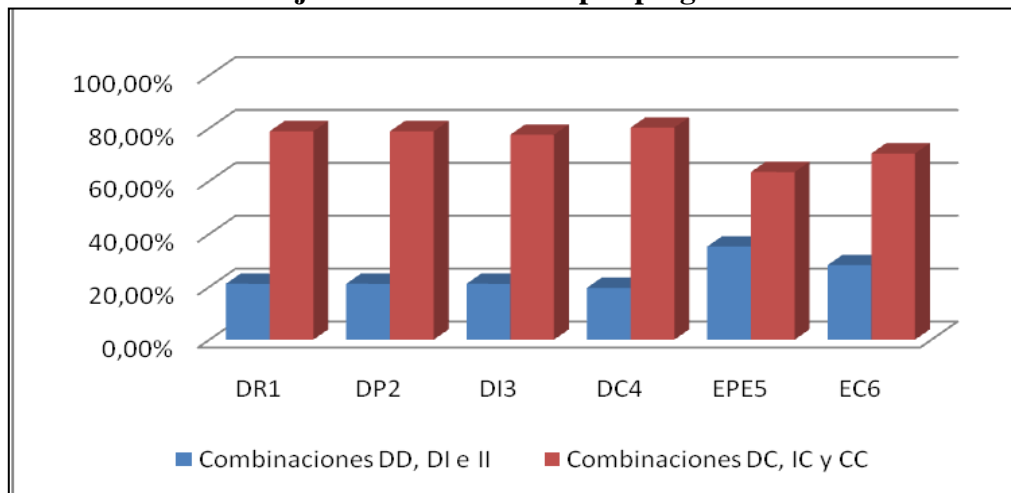
- contuvieran solo una opción constructiva (CD: una opción constructiva y una directa para la misma pregunta, o CI: una constructiva y una interpretativa);
- consisten en dos opciones constructivas (CC) y
- no tuvieran ninguna opción constructiva (DD: ambas opciones directas; DI: una interpretativa y una directa; II: ambas interpretativas).

Esta información se muestra en la Tabla 7.14 y en el Gráfico 7.3. Vemos que los valores más altos para las combinaciones que incluyen una opción constructiva se encuentran en las preguntas del contexto de divulgación (con escasa variación: entre 77,5% y 80,2%) y las más bajas en el contexto de educación (con mayor variación: 63,4% y 70,4%). El patrón inverso se registra para las combinaciones que no incluyen opción constructiva alguna, siendo también más parejo para el contexto de divulgación (entre 19,6% y 21,1%) que para el de educación (28,2% y 35,2%).

**Tabla 7.14. Porcentajes de combinaciones que incluyen una opción constructiva o no lo hacen, para las seis preguntas**

Combinaciones /Preguntas	DR1	DP2	DI3	DC4	EPE5	EC6
<b>Combinaciones DD, DI e II</b>	21,1%	21,1%	21,1%	19,6%	35,2%	28,2%
<b>Combinaciones DC, IC y CC</b>	78,8%	78,8%	77,5%	80,2%	63,4%	70,4%

**Gráfico 7.3. Porcentaje de combinaciones por pregunta**



### **7.3. Asociaciones entre respuestas a las preguntas del cuestionario: la identificación de perfiles conceptuales y su relación con las variables de caracterización de los participantes**

Para analizar las asociaciones entre todas las preguntas del cuestionario - las que indagan datos de caracterización de los participantes, sus concepciones acerca de la educación científica, de la divulgación científica, y de la divulgación en Física a través de textos- aplicamos un Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) y el método de Clasificación Jerárquica Ascendente de Ward, con el programa SPAD, versión 5.5.

#### **7.3.1. APLICACIÓN DE ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES**

Para describir el funcionamiento del Análisis de Correspondencias Múltiples nos basamos de manera casi textual en la presentación que hace M. Juan de este método (2012, pp. 56-60), quien a su vez refiere a Lebart, Morineau y Fénelon (1979), Crivisqui (1993) y Baccalá y Montoro (2008) para mayor detalle y profundización respecto de la aplicación del método.

Este método estadístico multivariado permite describir las relaciones entre varias variables nominales o cualitativas. Nos permite, en nuestro caso, estudiar las

respuestas de los 71 participantes al cuestionario, considerando 14 variables cualitativas. Estas variables se componen de la siguiente manera:

- 5 corresponden a la caracterización de los participantes
- 3 corresponden a sus concepciones de la educación científica (EPE 5, EC6 y nivel educativo considerado como el mejor para el comienzo de la educación científica)
- 4 corresponden a sus concepciones de la divulgación científica (DR1, DP2, DI3, DC4)
- 2 corresponden a las concepciones acerca de la divulgación en Física a través de textos de divulgación (elección positiva y elección negativa)

Sintéticamente, en este análisis cada individuo (participante) está representado por un vector de 14 dimensiones, es decir, cada individuo está descrito por las modalidades que posee (en nuestro cuestionario, diríamos que por las opciones de respuesta que elige). Dos individuos se asemejarán si poseen modalidades similares; cuantas más modalidades compartan, más “parecidos” serán. Por otro lado, la proximidad (menor distancia) entre modalidades se interpreta como asociación entre modalidades.

Las modalidades raras, es decir aquellas presentadas por pocos individuos, están alejadas de todas las demás.

Una modalidad es el centro de gravedad de los individuos que la poseen, bajo esta interpretación, dos modalidades de distintas variables están próximas cuando son elegidas por casi los mismos individuos y diremos entonces que hay asociación entre ellas.

Para estudiar esta gran nube de puntos, se busca representarlos en planos que expresen de la manera más aproximada la asociación de individuos entre sí, de modalidades entre sí, y entre los individuos y las modalidades según las relaciones baricéntricas. Esta representación en planos es posible mediante una proyección de cada punto en el plano respectivo, por esta razón, el coseno cuadrado nos indica

cuán cerca o lejos se encuentra el punto de cada uno de los ejes que determinan el plano. Un coseno cuadrado alto indica una mayor proximidad al eje.

Los ejes factoriales nos brindan información sobre las principales variabilidades de los tipos de respuesta. Las modalidades cercanas al centro de coordenadas son las respuestas más comunes, mientras que en los extremos de los ejes se ubicarán aquellas más características por alguna razón, expresada en el factor de variabilidad correspondiente.

Se seleccionan los ejes a considerar según el criterio de decrecimiento brusco de la inercia explicada. Es decir, se conservan aquellos ejes anteriores a una disminución abrupta en el porcentaje de inercia explicado.

El análisis de los planos formados por pares de ejes permite identificar asociaciones de modalidades de respuesta, y obtener información acerca del tipo de respuestas con el que se asocia cada modalidad de caracterización, es decir, quiénes son los individuos (en términos de las modalidades de caracterización asumidas) que responden de determinada manera. Con el fin de que estas variables de caracterización no contribuyan en la conformación de los ejes y planos factoriales, pero sí estén representadas en nuestro análisis, consideraremos a estas variables como ilustrativas.

Dado que las variables correspondientes a la pregunta por la elección del nivel educativo más propicio para iniciar la educación científica y las que solicitan elegir el texto mejor y peor para la divulgación de la ciencia (elección positiva y elección negativa), son de distinta índole que las demás (debido al número de opciones que contemplan y al contenido de las mismas), las consideraremos también como ilustrativas. Esto nos permitirá analizar con qué tipos de respuestas se asocian estas últimas, pero sin que éstas determinen los ejes y planos factoriales.

Así resultan entonces 6 variables activas y 8 variables ilustrativas (ver Tabla 7.15). En las Tablas 7.16 y 7.17 informamos las modalidades para todas las variables activas e ilustrativas respectivamente.

**Tabla 7.15. Distribución de Variables Activas e Ilustrativas**

Tipo de variable	Contexto de pregunta				Total
	Caracterización	Concepciones de la educación científica	Concepción de la divulgación científica	Concepción acerca de la divulgación en Física a través de textos	
Activas	-	2	4	-	6
Ilustrativas	5	1	-	2	8

Es decir, si como en nuestro caso, tenemos inicialmente 27 modalidades activas, de las cuales 3 resultaron ventiladas, de modo que quedan 24 modalidades activas, la contribución media será  $100/24 = 4,16$ .

A fin de decidir si las variables ilustrativas están bien representadas en estos planos analizamos el valor test correspondiente. Valores test superiores a  $\leq \pm 1,96$  en valor absoluto permiten rechazar la hipótesis de una extracción al azar con un umbral del 5%.

Resumiendo, se realizó un ACM de la tabla que cruza los 71 participantes con las variables DR1, DP2, DI3, DC4, EPE5 y EC6, tomando como variables ilustrativas y que no participan en la conformación de los planos las variables Etapa Vital del participante, su Género, Comienzo de Divulgación, Experiencia en Divulgación como productor, Experiencia en Divulgación como público, Nivel educativo elegido para el comienzo de educación científica, Elección positiva de texto de divulgación y Elección negativa de texto de divulgación.

Las variables activas se presentan en el cuadro 7.16. Asimismo, se informa la frecuencia por cada categoría y la etiqueta con la que se las identifican en los resultados del ACM. Para facilitar la identificación de esas etiquetas, las dos primeras letras, en minúscula, identifican la pregunta, en tanto que las dos restantes, en mayúsculas, identifican la categoría.



**Tabla 7.16 Modalidades, frecuencia y etiquetas de las Variables Activas**

<b>PREGUNTA</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>MODALIDADES (según la combinación de elecciones)</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>ETIQUETA</b>
<b>DR1</b>	<b>Divulgación Resultados</b>	Directa y/o Interpretativa	14	drDI
		Directa y Constructiva	6	drDC
		Interpretativa y Constructiva	32	drIC
		Ambas Constructivas	19	drCC
<b>DP2</b>	<b>Divulgación Procesos</b>	Directa y/o Interpretativa	14	dpDI
		Directa y Constructiva	20	dpDC
		Interpretativa y Constructiva	24	dpIC
		Ambas Constructivas	13	dpCC
<b>DI3</b>	<b>Divulgación Ideas Previas</b>	Directa y/o Interpretativa	15	diDI
		Directa y Constructiva	5	diDC
		Interpretativa y Constructiva	36	diIC
		Ambas Constructivas	14	diCC
		No Responde	1	diNR
<b>DC4</b>	<b>Divulgación Condiciones</b>	Directa y/o Interpretativa	14	dcDI
		Directa y Constructiva	23	dcDC
		Interpretativa y Constructiva	13	dcIC
		Ambas Constructivas	21	dcCC
<b>EPE5</b>	<b>Educación Procesos</b>	Directa y/o Interpretativa	24	epDI
		Directa y Constructiva	20	epDC
		Interpretativa y Constructiva	17	epIC
		Ambas Constructivas	8	epCC
		No Responde	2	epNR
<b>EC6</b>	<b>Educación Condiciones</b>	Directa y/o Interpretativa	19	ecDI
		Directa y Constructiva	23	ecDC
		Interpretativa y Constructiva	21	ecIC
		Ambas Constructivas	7	ecCC

		No Responde	1	edNR
--	--	-------------	---	------

En la Tabla 7.17 se informan las variables ilustrativas y sus categorías. Se informa la frecuencia por cada categoría y la etiqueta con la que se las identifican en los resultados del ACM. Para facilitar la identificación de esas etiquetas, la primera letra, en mayúsculas, identifica la pregunta, en tanto que las dos restantes, en minúsculas, identifican la categoría.

**Tabla 7. 17. Modalidades, frecuencia y etiquetas de las Variables Ilustrativas**

VARIABLES	CATEGORÍAS	FRECUENCIA	ETIQUETA
<b>ETAPA VITAL</b>	Joven (hasta 35 inclusive)	13	<b>Ejo</b>
	Temprana adultez (36 a 45 años)	25	<b>Eate</b>
	Adultez mediana (46 a 60 años)	23	<b>Eam</b>
	Adultez tardía (más de 60 años)	10	<b>Eta</b>
<b>GENERO</b>	Femenino	18	<b>F</b>
	Masculino	53	<b>M</b>
<b>COMINEZO DIVULGAC.</b>	No realiza divulgación	22	<b>Cnd</b>
	Comenzó como Estudiante	8	<b>Cest</b>
	Comenzó al inicio de su ejercicio profesional	16	<b>Cpro</b>
	Comenzó una vez afianzado en su profesión	23	<b>Cava</b>
	No responde	2	<b>Cnr</b>
<b>EXPERIENCIA DIVULGAC.</b>	Nula	15	<b>Dnu</b>
	Baja	21	<b>Db</b>
	Media	10	<b>Dm</b>
	Alta	24	<b>Da</b>
	No responde	1	<b>Dnr</b>
<b>EXPERIENCIA PUBLICO</b>	Baja	24	<b>Pb</b>
	Media	16	<b>Pm</b>
	Alta	30	<b>Pa</b>
	No responde	1	<b>Pnr</b>
<b>ELECCION POSITIVA DE TEXTOS</b>	Texto Directo o Interpretativo	12	<b>tIC+</b>
	Texto Constructivo	58	<b>tCC+</b>
	No responde	1	<b>Tnr+</b>
<b>ELECCION NEGATIVA DE</b>	Texto Directo	53	<b>txD-</b>
	Texto Interpretativo	10	<b>txI-</b>
	Texto Constructivo	7	<b>txC-</b>
	No responde	1	<b>tnr-</b>

Se ventilaron las modalidades activas cuya presencia fuera inferior a 3%.

### 7.3.2. RESULTADOS DEL ANALISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES

Según la tabla de valores propios y porcentaje de cada eje factorial presentado en el Cuadro 7.17., decidimos conservar los 3 primeros ejes factoriales (que explican 31,28 % de la inercia) en el ACM, y 5 ejes para el Análisis de Clasificación (que explican 46,89 % de la inercia). Estas decisiones siguen el criterio habitual de decrecimiento brusco en el porcentaje de inercia explicado por los ejes factoriales, tal como se mencionó en la explicación metodológica en el apartado anterior.

**Tabla 7.18. Valores propios y porcentaje de inercia de cada eje factorial**

Número	Valor Propio	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	0.3667	12.22	12.22
2	0.2982	9.94	22.16
3	0.2733	9.11	<b><u>31.28</u></b>
4	0.2443	8.14	39.42
5	0.2243	7.48	<b><u>46.89</u></b>
6	0.1970	6.57	53.46
7	0.1883	6.28	59.74
8	0.1828	6.09	65.83
9	0.1617	5.39	71.22
10	0.1488	4.96	76.18
11	0.1280	4.27	80.45
12	0.1177	3.92	84.37
13	0.1067	3.56	87.93
14	0.1004	3.35	91.28
15	0.0835	2.78	94.06
16	0.0779	2.60	96.66
17	0.0565	1.88	98.54
18	0.0437	1.46	100.00

- *Análisis de los tres primeros ejes factoriales:*

**Variables activas:**

Las modalidades de las variables activas que están bien representadas en los planos considerados (según sus cosenos cuadrados) y con una contribución igual o superior a la contribución media en uno o más de los tres primeros ejes, fueron las siguientes (ver gráficos 7.4., 7.5. y 7.6.):

- drDC (ejes 2 y 3), drIC (ejes 1 y 3), drCC (eje 1);
- dpDI (eje 1), dpDC (ejes 2 y 3), dpIC (eje 2), dpCC (eje 1);
- diDI (ejes 1 y 2), diCC (ejes 1 y 2);
- dcIC (eje 2); dcCC (eje 1 y 3);
- epDI (eje 1), epDC (eje 3), epIC (eje 2), epCC (ejes 1 y 2) y edCC (eje 1 y 3).

En los planos factoriales señalamos estas modalidades de la siguiente manera:

X delante de la etiqueta: contribución al plano 1/2, p.ej. *XdrCC*

Y delante de la etiqueta: contribución al plano 1/3, p.ej. *YdcCC*

Z delante de la etiqueta: contribución al plano 2/3, p.ej. *ZdpDC*

En aquellos casos en que una modalidad presente una contribución superior a la media a más de un plano, se consigna con las letras correspondientes, p.ej. *YZdpDC*

**Variables ilustrativas:**

Dos de las modalidades de la pregunta *Elección del nivel educativo* superan el valor test +/- 1,96 en el primer eje factorial (ver Tabla 7.18). Son: Nivel primario y Nivel inicial.

**Tabla 7.19. Valores test de las modalidades de Elección de Nivel Educativo para comenzar la educación científica**

Etiqueta	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Nivel primario	3,65	-0,26	0,66
Nivel inicial	-3,45	0,41	-1,46

Ninguna modalidad de las demás variables ilustrativas (elección positiva o negativa del texto, etapa vital, género, comienzo de la divulgación y experiencia como productor o público de divulgación) alcanza este valor, indicando que al considerar los ejes que explican los mayores porcentajes de inercia, estas variables no presentan diferencias de importancia estadística en las respuestas a las seis preguntas cerradas referidas a la divulgación y a la educación científica.

### Los ejes factoriales

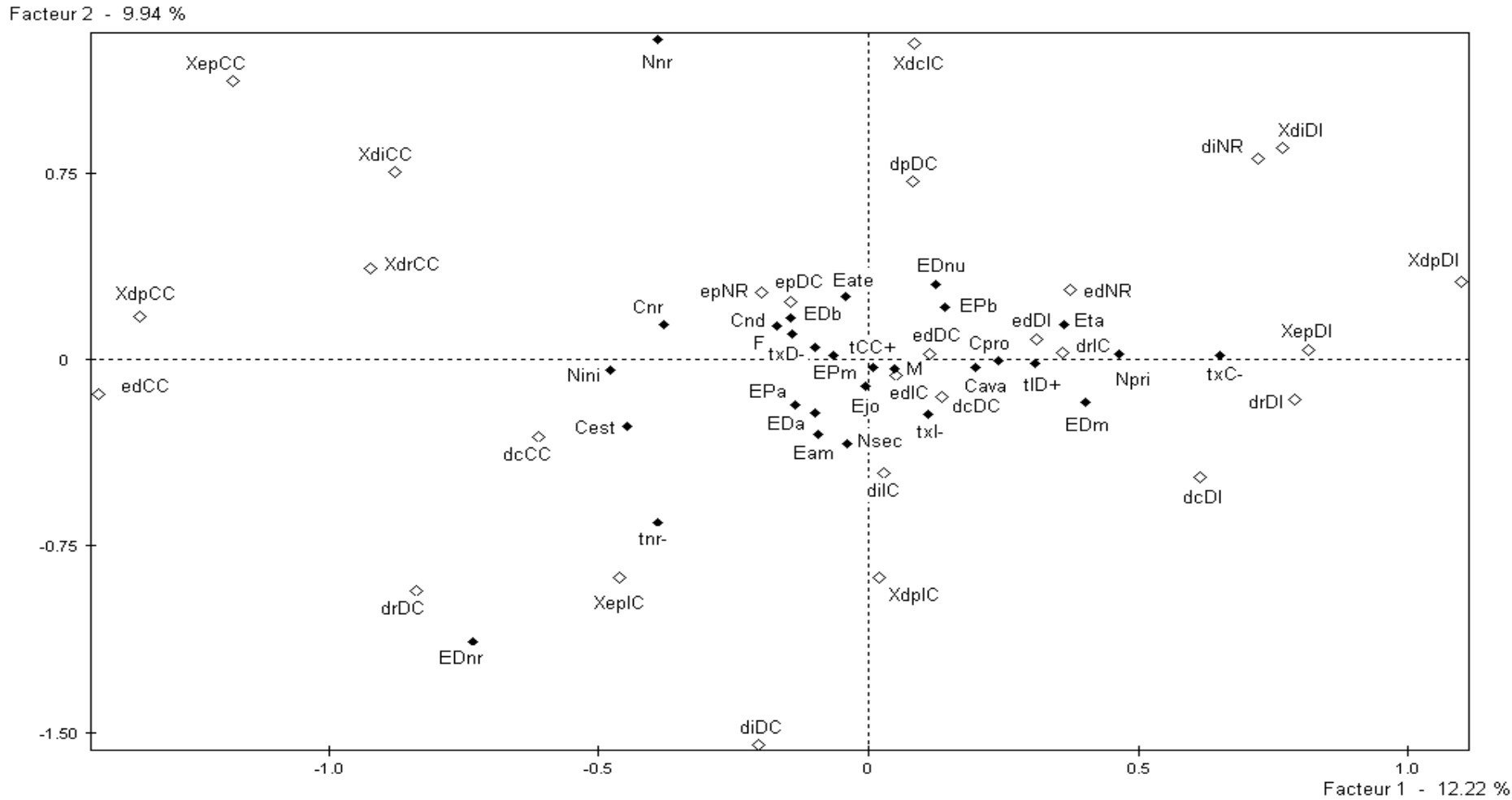
Para conformar los grupos de opciones de respuesta para las preguntas acerca de divulgación y de educación científicas, consideramos entonces los planos conformados por los ejes 1, 2 y 3 (ver Gráficos 7.4, 7.5. y 7.6.).

El Eje 1 opone combinaciones de la elección de una opción de respuesta característica de la teoría directa junto con otra opción característica de la teoría directa y/o interpretativa o dos opciones interpretativas (DI), a las que ubica en el semieje positivo, a elecciones de dos opciones características de la teoría constructiva (CC), que ubica en el semieje negativo. Las preguntas para las que identifica esta oposición se refieren principalmente a la divulgación científica y al componente de los procesos, sea en divulgación o en educación científicas. En efecto, aportan a este eje una contribución que supera la contribución media, las combinaciones DI y CC para las dos preguntas sobre procesos de la divulgación (dpDI), (dpCC), (diDI), (diCC) y los procesos en la educación (epDI y epCC).

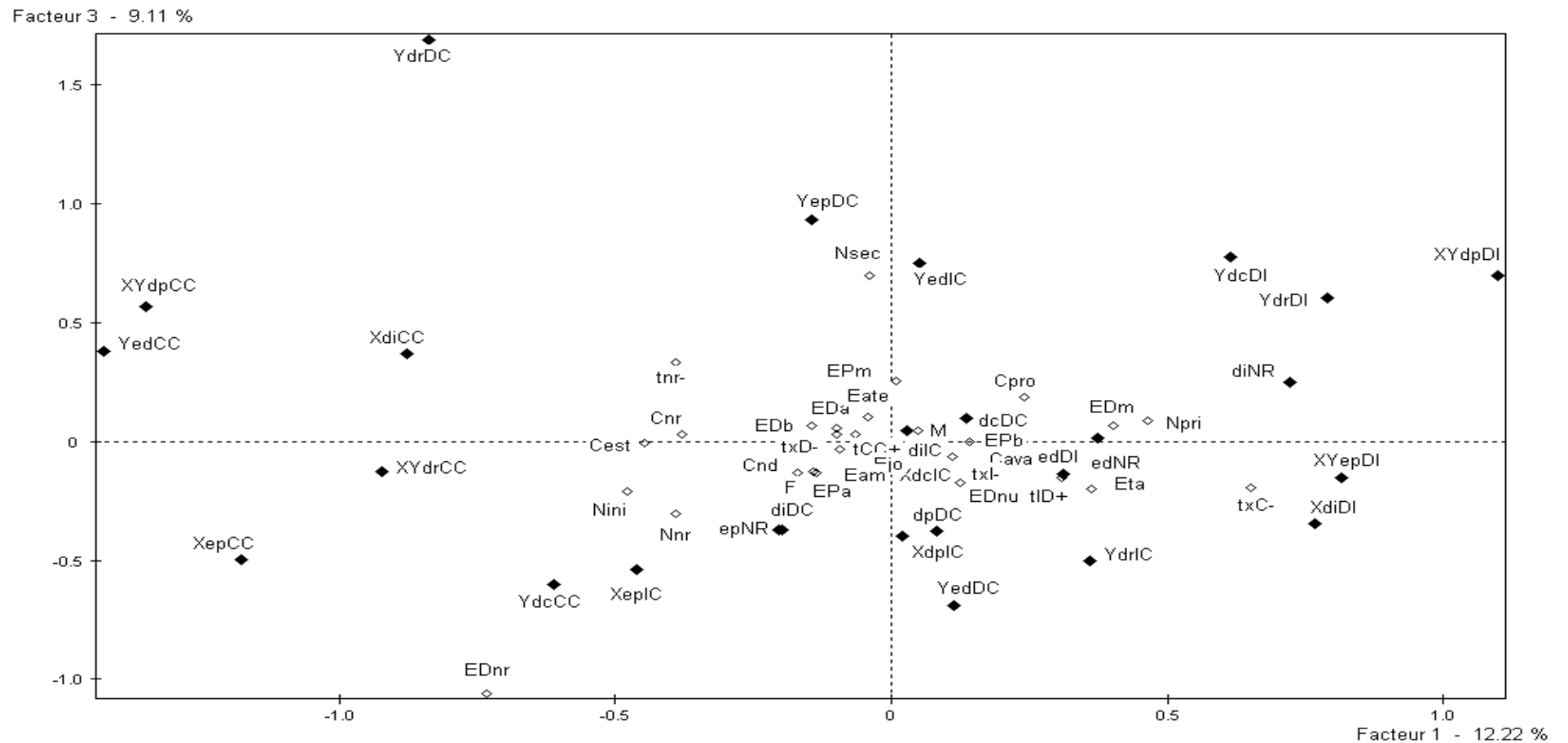
Además, el primer eje opone la elección del nivel primario como el más propicio para iniciar la educación científica (en el semieje positivo, como las combinaciones de una opción directa y /o una interpretativa) a la elección del nivel inicial (en el semieje negativo, como las combinaciones de dos opciones constructivas). Por último, las combinaciones de dos opciones constructivas se ubican en el semieje negativo de este eje, para las preguntas referidas a los

resultados esperados de la divulgación así como para las condiciones de la divulgación y la educación científicas. El Eje 2 marca otras distinciones principalmente para las preguntas referidas a los procesos en la divulgación (dpIC y dpDC) y en la educación científica (epDI y epCC). El Eje 3 lo hace para las preguntas acerca de los resultados esperados (drDC y drIC) y condiciones de la divulgación (dcIC y dcCC) así como acerca de las condiciones de la educación científica (edCC). Las combinaciones que inciden en estos dos ejes mayoritariamente incluyen una opción constructiva y otra distinta.

Gráfico 7.4. Primer Plano Factorial (Ejes 1 y 2)

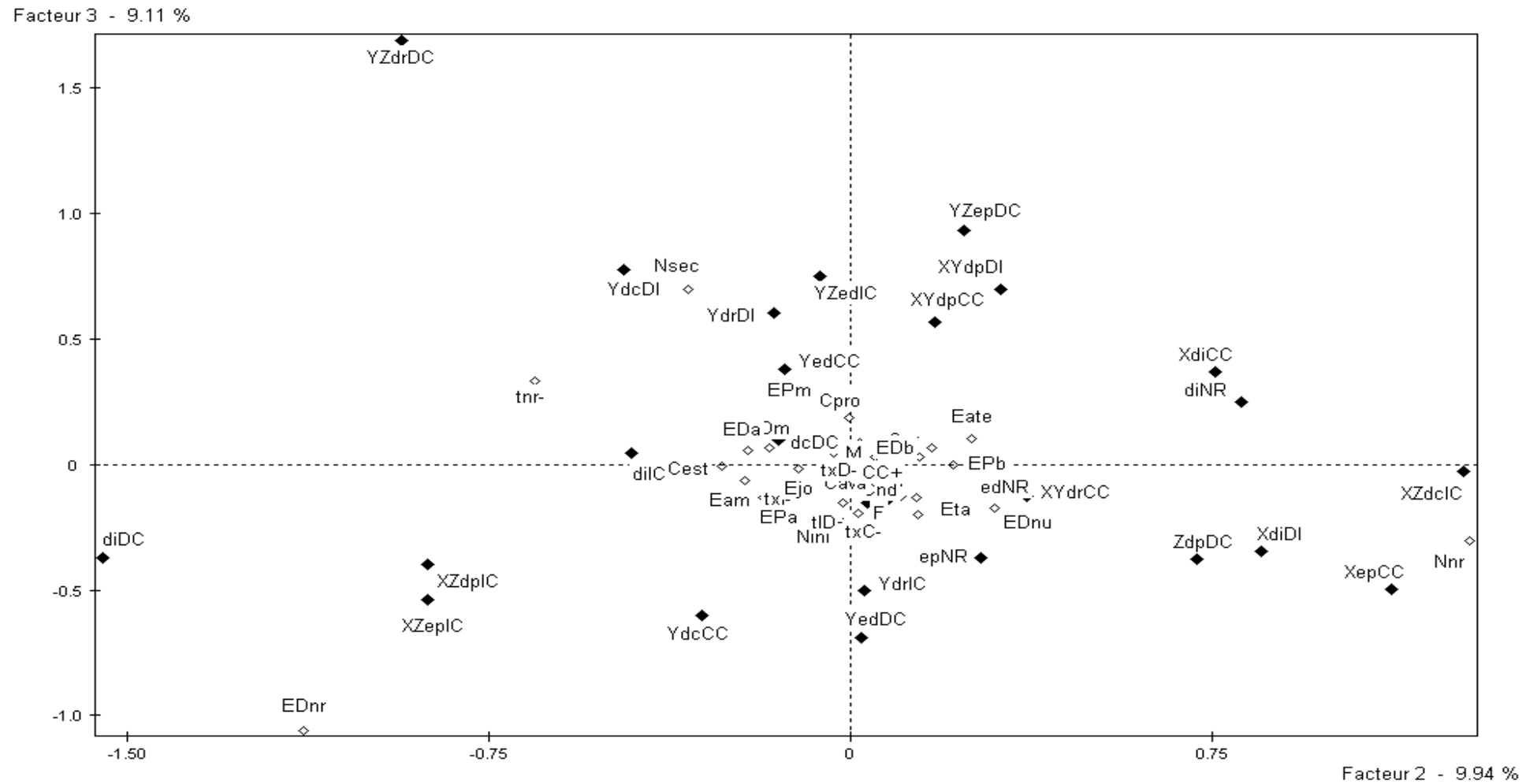


**Gráfico 7.5. Segundo Plano factorial (Ejes 1 y 3)**





**Gráfico 7.6. Tercer Plano Factorial (Ejes 2 y 3)**



### 7.3.3. APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE CLASIFICACIÓN

Nos basamos en M. Juan (2012) para describir este método, quien se basa en Ward (1963) y de manera más sintética en Baccalá y Montoro (2008).

Este método de análisis de los datos nos permite clasificar el conjunto de los participantes de acuerdo a la similitud en sus modos de respuesta, esto es, de acuerdo a en qué se parezcan en las respuestas que dan a las preguntas del cuestionario. El método de clasificación utilizado corresponde al denominado “de agregación de Ward” y utiliza los resultados del Análisis de Correspondencias Múltiples realizado previamente. Este método jerárquico ascendente consiste en realizar sucesivas particiones del conjunto de todos los participantes, basadas en las distancias entre las proyecciones de los puntos que representan a cada participante. Como se anticipó, se utilizó el subconjunto de los primeros 5 ejes, tales que proyectaron un 46,89 % de la inercia original (Tabla 7.10). Cuando decimos que “un participante está en una clase” nos estamos refiriendo a esta representación.

En la primera partición tenemos 71 clases, es decir, en cada una de estas clases hay exactamente un participante. En los pasos siguientes, se van agrupando las clases que sean más parecidas en cuanto a sus modos de respuesta. Continuando de esta manera hasta que todos los individuos estén en una sola clase, el investigador cortará el proceso cuando las clases obtenidas tengan sentido en el contexto de la investigación, en general, las clases que se juntan en una iteración comienzan a estar más alejadas, es decir, son más diferentes. El Dendrograma, nos indica la cantidad de individuos que se agrupan y la distancia entre los grupos aglutinados en cada iteración.

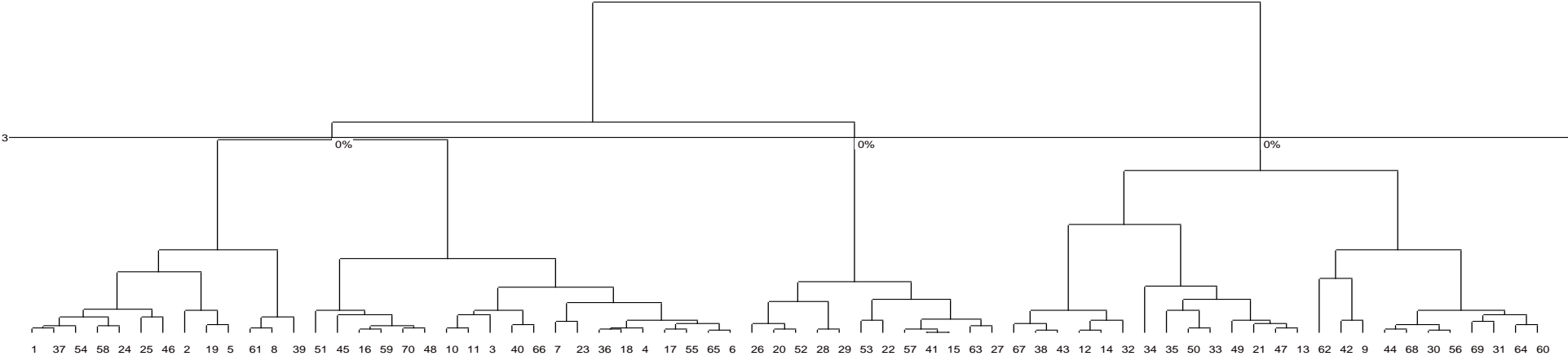
Además, este método ordena todos los individuos que conforman una clase según su tipicidad, de acuerdo a una distancia chi cuadrado. A los individuos más próximos al centro de gravedad de la clase se los llama “parangones”. Esta información nos resultaría particularmente útil para orientar la elección de los participantes de la Fase 2 de nuestro estudio.

#### **7.3.4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CLASIFICACIÓN JERÁRQUICA**

La aplicación del método de Clasificación Jerárquica Ascendente nos permitió ubicar a todos los participantes en una y solo una clase, lo que a su vez nos resultó muy útil para seleccionar los participantes de la Fase 2. Informamos a continuación las tres clases obtenidas. Presentamos a continuación (Gráfico 7.7.) el Dendrograma obtenido por el método de Clasificación:

Gráfico 7.7. Dendrograma de la Clasificación

Classification hiérarchique directe



**Clase 1/3: Directa y/o Interpretativa.** Es la clase más numerosa (n=33, lo que representa 47, 48% de los 71 participantes), y con un índice de homogeneidad de 0,51636 (es la menos homogénea de todas). Está caracterizada por combinaciones (sobre-representadas) de opciones correspondientes de la teoría Directa y/o de la teoría Interpretativa para las preguntas que indagan sobre condiciones, procesos, resultados e ideas previas en el contexto de divulgación y procesos y condiciones en educación científica, así como la elección del nivel primario como el mejor momento para comenzar con la educación científica. Por el contrario, quienes integran esta clase no tienden a presentar las combinaciones de dos opciones de la teoría Constructiva (modalidades sub-representadas) respecto a las condiciones, procesos y resultados en divulgación y condiciones en educación científica, así como el nivel inicial como el momento para el comienzo de la educación científica.

Presentamos a continuación la Tabla 7.20. que presenta los resultados obtenidos para la Clase 1 por el método de Clasificación Jerárquica Ascendente. Subrayamos aquellas cuyo valor-test <1,96 o >-1,96.

**Tabla 7.20. Descripción de la Clase 1 obtenidas por el Método de Clasificación**

**CLASE 1 / 3 (Efectivos: 33 - Porcentaje: 47.48)**

Etiquetas de las variables	Modalidades características	% de las modalidades en la clase	% de la modalidad en la Muestra	% de la clase en de la modalidad	Valor-Test	Probabilidad	Peso
<b>SOBRE REPRESENTADAS</b>							
Preg. 3 Ideas Previas Div.	<u>diDI</u>	45,45	24,29	88,24	<u>3,74</u>	0,000	17
Preg. 4 Condiciones Div.	<u>dcDI</u>	39,39	20,00	92,86	<u>3,69</u>	0,000	14
Preg. 2 Procesos Div.	<u>dpDI</u>	39,39	21,43	86,67	<u>3,25</u>	0,001	15
nivel	<u>Npri</u>	66,67	45,71	68,75	<u>3,11</u>	0,001	32
Preg. 1 Resultados DIV.	<u>drDI</u>	30,30	15,71	90,91	<u>2,93</u>	0,002	11
Preg. 5 Procesos Educac	<u>epDI</u>	51,52	32,86	73,91	<u>2,91</u>	0,002	23
Preg. 6 Condiciones Educ	<u>ecIC</u>	42,42	28,57	70,00	<u>2,17</u>	0,015	20
Exp. Div.	Dm	24,24	14,29	80,00	1,92	0,027	10
<b>SUB REPRESENTADAS</b>							
Preg. 5 Procesos Educ	<u>epCC</u>	3,03	12,86	11,11	<u>-2,02</u>	0,022	9

Preg. 3 Ideas Previas Div.	<u>diCC</u>	6,06	20,00	14,29	<u>-2,53</u>	0,006	14
Preg. 1 Resultados Div.	<u>drCC</u>	9,09	25,71	16,67	<u>-2,80</u>	0,003	18
Preg. 4 Condiciones Div.	<u>dcCC</u>	12,12	30,00	19,05	<u>-2,88</u>	0,002	21
Preg. 2 Procesos Div.	<u>dpCC</u>	3,03	18,57	7,69	<u>-3,00</u>	0,001	13
nivel	<u>Nini</u>	15,15	42,86	16,67	<u>-4,30</u>	0,000	30

**Clase 2/3: (Directa) Interpretativa-Constructiva o Ecléctica.** Es la clase menos numerosa (n=13, lo que conforma 18,3% de la totalidad de participantes) y con una homogeneidad de 0,11033 (es la de menor homogeneidad interna). Esta clase se caracteriza por la preferencia de elecciones que combinan opciones de las teorías Interpretativa y Constructiva para la mayoría de las preguntas y, eventualmente con la combinación en que incluyen una opción Directa también. Podríamos decir que es una clase ecléctica que combina las tres teorías o con un acercamiento al Perfil conceptual constructivo, dado que en la mayoría de las respuestas combina la opción de la teoría Interpretativa con la opción Constructiva. Esta clase elige en casi todos los casos las opciones de las teorías Interpretativa y Constructiva para los procesos en divulgación y educación científicas y resultados en divulgación. Y la combinación de opciones de las teorías Directa e Constructiva en lo que respecta a la consideración de los ideas previas. En cambio, está sub-representada la combinación de las teorías Directa e Interpretativa en relación a la consideración de las ideas previas.

En la Tabla 7.21. vemos los resultados obtenidos por el método de Clasificación para esta clase. Subrayamos aquellas modalidades cuyo valor-test  $<1,96$  o  $>-1,96$ .

**Tabla 7.21. Descripción de la Clase 2 obtenidas por el Método de Clasificación**

**Clase: CLASE 2 / 3 (Efectivos: 13-Porcentaje: 18.3)**

Etiquetas de las variables	Modalidad de características	% de las modalidades en la clase	% de la modalidad en la Muestra	% de la clase en de la modalidad	Valor-Test	Probabilidad	Peso
<b>SOBRE REPRESENTADAS</b>							
Preg. 6 Condicionales Educ	<u>ecIC</u>	66,67	24,29	47,06	<u>3,18</u>	0,001	17
Preg. 2 Procesos Div.	<u>dpIC</u>	75,00	34,29	37,50	<u>2,87</u>	0,002	24
Preg. 3	<u>dcDC</u>	33,33	7,14	80,00	<u>2,82</u>	0,002	5

Ideas Previas Div.							
Preg. 1 Resultados Div.	<u>drIC</u>	83,33	44,29	32,26	<u>2,71</u>	0,003	31
<b>SUB-REPRESENTADAS</b>							
Preg. 3 Ideas Previas Div.	<u>diDI</u>	0,00	24,29	0,00	<u>-1,96</u>	0,025	17

**Clase 3/3: Constructiva.** Es la segunda clase en cantidad de participantes (n=25, es decir 35,2% de los 71 participantes) y una homogeneidad relativamente alta (0,45650). Esta clase es la más consistente, debido a que es la única que combina en sus elecciones opciones de la misma teoría, la Constructiva, para cinco de las seis preguntas: todas, excepto la referida a los procesos en educación científica. Sus integrantes tienden a considerar al nivel inicial como el mejor momento para comenzar con la educación científica, como puede verse en el Tabla 6.22.

**Tabla 7.22. Descripción de la Clase 3 obtenidas por el Método de Clasificación**

**Clase: CLASE 3 / 3 (Efectiva: 25- Porcentaje: 35.2)**

Etiquetas de las variables	Modalidades características	% de las modalidades en la clase	% de la modalidad en la Muestra	% de la clase en de la modalidad	Valor- Test	Probabili- dad	Peso
<b>SOBRE REPRESENTADAS</b>							
Preg. 3 Ideas Previas Div.	<u>diCC</u>	48,00	20,00	85,71	<u>4,03</u>	0,000	14
Preg. 1 Resultados Div.	<u>drCC</u>	56,00	25,71	77,78	<u>4,01</u>	0,000	18
Preg. 2 Procesos Div.	<u>dpCC</u>	44,00	18,57	84,62	<u>3,72</u>	0,000	13
Nivel	<u>Nini</u>	72,00	42,86	60,00	<u>3,44</u>	0,000	30
Preg. 6 Condiciones Educ	<u>ecCC</u>	32,00	12,86	88,89	<u>3,16</u>	0,001	9
PREG. 4 Condiciones Div.	<u>dcCC</u>	48,00	30,00	57,14	<u>2,16</u>	0,015	21
<b>SUB REPRESENTADAS</b>							
Preg. 3 Ideas Previas Div.	<u>diDi</u>	8,00	24,29	11,76	<u>-2,16</u>	0,015	17
Preg. 6 Condiciones educ	ecDi	12,00	32,86	13,04	-2,59	0,005	23
Nivel	Npri	20,00	45,71	15,63	-3,03	0,001	32

---

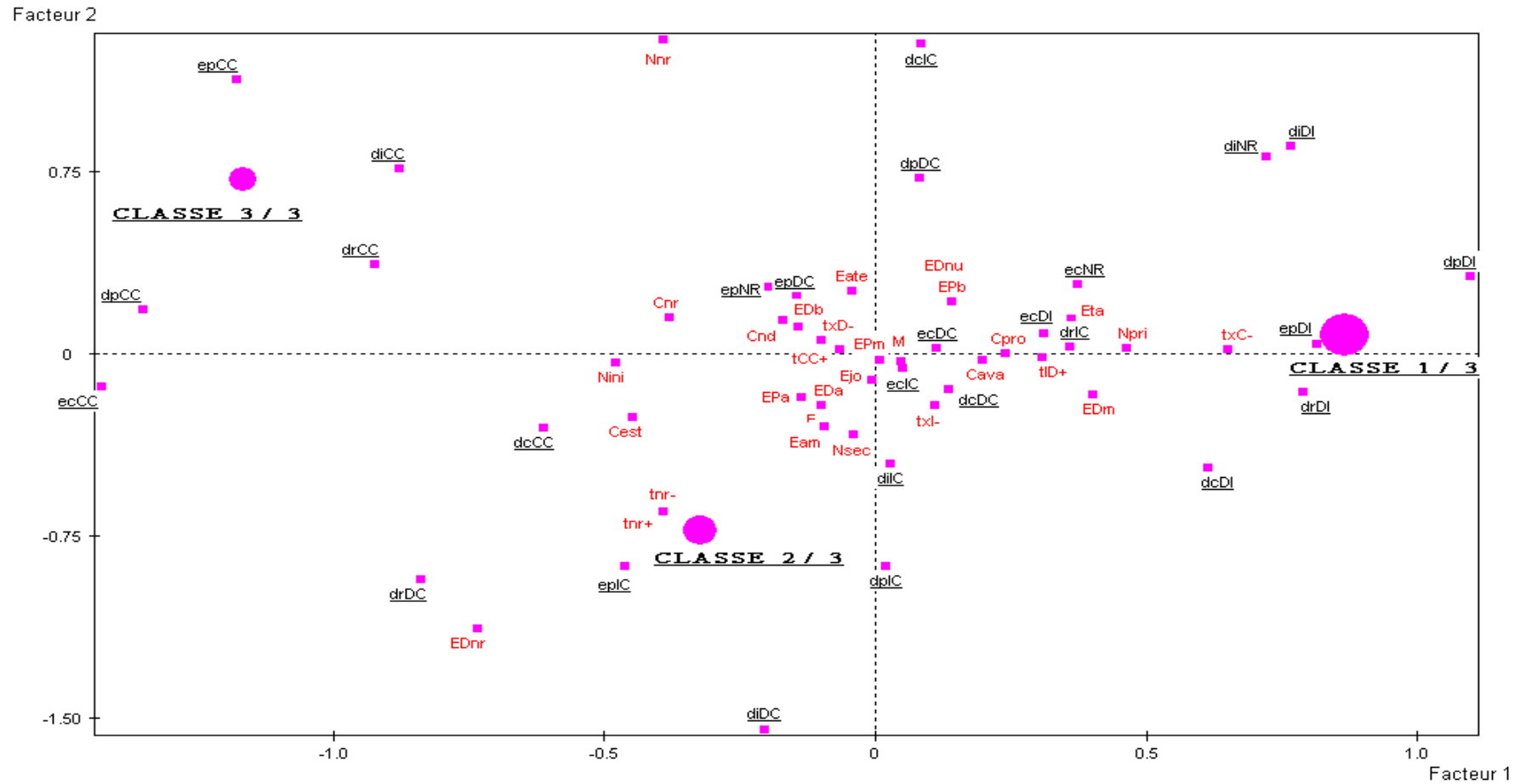
PREG. 4 Condicion es Div.	dcDI	0,00	20,00	0,00	-3,13	0,001	14
---------------------------------	------	------	-------	------	-------	-------	----

Podríamos afirmar que es la Clase 3 (Constructiva) es la más consistente tanto al interior de cada pregunta, en la que elige las dos opciones de la teoría Constructiva, como entre preguntas, ya que mantiene esta combinación a lo largo del Cuestionario. Es decir, serían quienes estarían operando con una teoría propiamente dicha. En cambio, las otras dos clases conjugan en sus elecciones las tres teorías (siendo la Clase 1 más consistente que la Clase 2 dado que en la mayor parte de las respuestas combina opciones de la teoría Directa y/o de la teoría Interpretativa).

Asimismo, podríamos decir que la Clase 1 y la Clase 3 se contraponen, ya que para la mayoría de las categorías, las combinaciones de opciones que están sobre-representadas en una clase, están sub-representadas en la otra, lo que puede apreciarse en el Plano factorial en el que presentamos los resultados del método de Clasificación (Gráfico 7.8.). Recordemos que en este plano, la información proveniente de la Clasificación está condensada o distorsionada, ya que se presenta en un plano bidimensional (de dos ejes), resultados obtenidos a partir de considerar cinco ejes.



**Gráfico 7.8. Proyección en el primer plano factorial de las tres Clases obtenidas a partir de la Clasificación Jerárquica Ascendente**



De acuerdo a los objetivos que nos proponíamos al comienzo del Capítulo 5, podemos decir que el cuestionario parecería ser útil como instrumento de indagación de cuestiones que entrarían en juego a la hora de pensar la comunicación de la ciencia, tanto en un contexto de divulgación como de educación. Según el primer objetivo, en el que nos proponíamos identificar las concepciones de los investigadores en física según las principales teorías implícitas del aprendizaje, los análisis realizados nos permiten apreciar que los científicos que contestaron el cuestionario evidenciaron una notoria preferencia por las *opciones* constructivas en su conjunto. Esta tendencia es más marcada para el contexto de divulgación que para el de educación.

Nos proponíamos, asimismo, indagar las posibles combinaciones entre las concepciones respecto a los diversos dominios propuestos en el cuestionario. Los resultados indicarían que podemos detectar diferentes Perfiles Conceptuales en relación a la comunicación de la ciencia, entre los que predomina la combinación de opciones representativas de la teoría Constructiva con una opción representativa de una teoría Directa o Interpretativa, siendo más numerosa la combinación Constructiva-Interpretativa. Sólo para un grupo de los participantes (25/71 científicos) se vio una gran consistencia en la combinación de elecciones, que registró para las opciones Constructivas tanto en lo referente a la divulgación como a los procesos en la educación científica. Sobre este grupo podemos concluir que es el único que parecería estar mostrando una teoría respecto a la transmisión y adquisición del conocimiento, dado que es el grupo que muestra una gran consistencia en sus respuestas a lo largo de todo el cuestionario y al interior de cada pregunta.

En tanto, los demás investigadores presentan diversos abordajes, en los que combinan interpretaciones de diversa índole respecto a la divulgación y a la educación científicas. Estas combinaciones de opciones corresponden a las teorías Directa y/o Interpretativa para las cuatro preguntas de divulgación, los procesos en educación y el nivel primario (33 casos) y a combinaciones de las teorías Interpretativa y Constructiva, con alguna elección de la teoría Directa (13 casos).

Es decir, la mayoría de los científicos indagados (46/71) no mostrarían una gran consistencia respecto a cómo debe ser transmitido ese conocimiento científico a personas no expertas.

Por otro parte, a partir de los resultados obtenidos parecería que la experiencia en docencia, investigación y divulgación no estaría operando en forma significativa sobre estas concepciones.

Por último, podemos cumplir con el último objetivo de seleccionar los participantes para la siguiente fase del estudio.

Para la segunda Fase nos basamos en los tres Perfiles Conceptuales obtenidos por los análisis realizados para la selección de los participantes y el diseño de los objetivos y metodología.



## **CAPÍTULO 8**

### **FASE 2: INTRODUCCIÓN**

#### **Descripción de las tareas:**

#### **Referato de un texto ajeno y elección de un texto propio**

Hasta ahora nos hemos aproximado al estudio de las teorías implícitas que investigadores en física sostienen acerca de la educación y divulgación científicas en general y de la transmisión y adquisición de conocimiento a partir de textos, en particular; por medio de tareas de elección. En esta segunda Fase proponemos continuar el estudio de esas concepciones focalizando el análisis en cómo los investigadores abordan los textos de divulgación científica que tienen como intención transmitir conocimiento científico a un público no experto en el tema que dichos textos abordan, teniendo presente que los textos de divulgación de la ciencia dan lugar a un género discursivo particular. Para ello consideramos dos posicionamientos: como evaluador y como autor.

En el Capítulo 5 hemos desarrollado los objetivos específicos de esta segunda Fase.

En este capítulo presentaremos los participantes de esta Fase, describiremos someramente –ya que en los capítulos 9 y 10 las desarrollaremos en profundidad– las dos tareas de esta Fase y las enmarcaremos en nuestra visión del género particular que conforman los textos de divulgación.

#### **8.1. Participantes**

Seleccionamos aquellos participantes más representativos de cada una de las tres clases obtenidas en el Análisis de Clasificación presentado en el Capítulo 7, teniendo en cuenta además la condición de que a su vez, fueran autores de más de un texto de divulgación, es decir que tuviesen experiencia en la composición del tipo particular de textos que analizamos en nuestra investigación. Para ello, exigimos que hubiesen escrito

al menos dos textos de divulgación científica (requisito además habilitante para la segunda tarea de esta Fase, como veremos en breve). Este último requisito dificultó la selección de participantes, ya que la divulgación científica no es una actividad muy extendida dentro del grupo de científicos que respondieron al cuestionario y sólo algunos pocos la realizan por medio de textos. Es por ello que se decidió continuar con un estudio de casos, tal como ya lo explicáramos en el Capítulo 5.

Elegimos tres participantes de cada clase (nueve participantes en total), a los que hemos asignado nombres ficticios, manteniendo el sexo de los participantes: para la **Clase 1** (Perfil Conceptual Directo-Interpretativo) los participantes serán identificados como TEO, ERIK y OLAF. Los participantes de la **Clase 2** (Perfil Conceptual Ecléctico) serán identificados como STEN, LIA y NILS. Y para los de la **Clase 3** (Perfil Conceptual Constructivo), los identificadores serán MATS, IAN y LENA. En el Anexo I.4. se indica la ubicación de cada uno de estos individuos en la tabla matriz.

## 8.2. Instrumentos para el relevamiento de la información

Esta fase cuenta con dos tareas: una evaluación de un mismo texto divulgativo para todos los participantes y la elección de un texto de propia autoría de cada uno de ellos. Describiremos ambas tareas de manera diferenciada.

- **Referato:** El referato –o evaluación por pares expertos de un escrito en el ámbito científico- es una tarea que suponemos conocida por la mayoría de los investigadores formados, quienes cuentan con experiencia en evaluación de manuscritos para recomendar su publicación o no en una revista científica como parte sus tareas laborales académicas relativamente habituales. Algunos, incluso, forman parte de los equipos editores de revistas científicas, participando entonces en la promoción de particulares líneas e iniciativas editoriales, en la selección de evaluadores para los manuscritos remitidos, la comunicación con autores y evaluadores, así como en la decisión definitiva acerca de la publicación de los manuscritos evaluados por pares.

Teniendo en cuenta esta faceta de la labor académica de los científicos formados –como son la mayoría de los participantes que respondieron el cuestionario y todos los que han resultado representativos de los tres patrones de respuesta identificados por medio del Análisis de Clasificación en la Fase 1–, en esta segunda fase de nuestro estudio utilizamos una situación ficticia de evaluación por pares de un artículo de divulgación como una tarea específica que nos permitirá un nuevo acercamiento a las concepciones de los participantes acerca de la comunicación de la ciencia, transmisión y adquisición de conocimiento a partir de textos. En esta tarea se solicita al participante que evalúe un texto que eventualmente sería publicado en una revista de divulgación científica. Vale destacar que, como ya dijimos, contamos con que los participantes tienen experiencia en evaluación de manuscritos y proyectos de investigación al interior de la comunidad científica, pero suponemos que su experiencia es mucho menor en lo que hace a la evaluación de textos divulgativos, en gran medida porque todavía la divulgación no es una práctica difundida como planteamos en el Capítulo 2. Son los artículos de investigación o revisión científica los que se someten sistemáticamente a evaluación por pares, en tanto que no todos los artículos de divulgación científica pasan por esos filtros. A partir del cuestionario utilizado en la Fase 1 de nuestro estudio, sabemos que sólo tres participantes de los 9 tienen experiencia en edición en el campo de la divulgación científica. Lamentablemente, no preguntamos explícitamente acerca de la evaluación en este campo, aunque tres de los nueve participantes dicen en el Cuestionario (pregunta que indaga acerca de la experiencia en divulgación como divulgador) haberla hecho entre una y cuatro veces.

A través de la tarea de referato buscamos principalmente identificar cuáles son los aspectos que mencionan al evaluar un texto de divulgación científica los participantes que se ubican en los diferentes perfiles identificados para los modos de concebir la divulgación y educación científicas como resultado de los análisis de la Fase 1. Pensamos que los aspectos que un evaluador comenta en una evaluación captan en cierta medida sus focos y

expectativas respecto del tipo de texto (del que está evaluando un caso particular), y de esa forma resultan indicadores de sus concepciones acerca de lo que constituye un texto “aceptable” o quizás “ideal”.

Tal como hemos planteado en los Capítulos 2 y 4 (los aspectos que contribuyen a la efectividad y potencia divulgativa de un texto escrito son múltiples. Confluyen aspectos que podríamos denominar *característicos o genéricos* (ligados a rasgos particulares que los textos de divulgación han ido adoptando o que suele suponerse que un texto debe en cierta medida adoptar para ser considerado “divulgativo”), aspectos *temáticos* (ligados a qué contenido comunica el texto), *retóricos* (cómo comunica ese contenido) y *enunciativos* (cómo se plasman las voces del autor y del lector en el texto). Ahora bien, ¿en qué medida los participantes son sensibles a estos múltiples y diferentes aspectos al evaluar un texto de divulgación y los tienen en cuenta en su apreciación del mismo? ¿La atención a diferentes aspectos en la evaluación como par revela cierta relación con los modos de concebir la educación y la divulgación científicas expresados en el cuestionario? ¿Qué criterios generales ponen en juego al evaluar la producción divulgativa de otros investigadores? ¿Evaluarán el tipo de recursos utilizados? y, en caso afirmativo, ¿explicitarán tipos de recursos que consideren importantes para este tipo específico de textos? ¿Qué papel otorgarán al lector y al autor? ¿Cómo se relaciona todo ello con los perfiles evidenciados por estos mismos participantes a la hora de contestar el cuestionario acerca de la educación y divulgación científica? Además de orientarnos en estas direcciones, esta tarea nos permitirá en un siguiente paso comparar los aspectos que mencionan los participantes a la hora de evaluar un texto para una audiencia amplia, que incluye lectores que pueden ser legos, con los utilizados por ellos mismos en sus propios textos de divulgación (segunda tarea de esta fase).

Con esta tarea buscamos indagar a qué aspectos dan relevancia en un texto ajeno, a la hora de evaluarlo para su publicación en una revista de divulgación orientada a un público general:



• **Elección de un texto de propia autoría:** Al igual que lo que comentamos en el punto anterior, respecto a la tarea de evaluación de un texto, la escritura supone una labor habitual para los científicos. Así por ejemplo, ocupan gran parte del tiempo del ejercicio de la profesión en la redacción de artículos científicos, pedidos de subsidios, informes, evaluaciones y exámenes, entre otros. Ahora bien, los géneros utilizados suelen estar más claramente establecidos que aquellos en el campo de la divulgación. Por otra parte, la mayoría no ha pasado por una alfabetización explícita respecto a la escritura académica (u otro tipo de escritura, más allá de la común a la escolaridad formal) sino que es un conocimiento que se va construyendo “sobre la marcha” basado en la práctica continua de escritura, lectura de textos similares, evaluaciones de artículos y también de la “prueba y error”. Gracias a este entrenamiento en paralelo a la formación profesional, suelen adquirir gran experiencia en escritura (en especial de textos académicos), pero en la mayoría de los casos no han tenido la oportunidad de desarrollar un metaconocimiento que les permita un dominio profundo sobre los diversos géneros textuales o los factores que influyen (facilitan o entorpecen) en la calidad de un texto –académico– o no, o el mejor manejo de los diversos recursos en función de la audiencia, contextos, etc. Los textos de divulgación, en cambio, se inscriben en un tipo de género que la mayoría de los investigadores no aborda como parte de su desempeño laboral, ni está claramente delimitado como género, sino que adopta las características personales y situacionales según cada caso. En tanto la divulgación suele abordarse en solitario, sin un acompañamiento institucional o de política científica, sólo unos pocos en relación a la gran cantidad de profesionales en actividad, se dedican a la composición de textos de divulgación científica. Dentro de este grupo reducido, aún son menos los que se dedican a comunicarla por medio de textos. Es por ello que no encontramos aún gran cantidad de investigaciones en diversas disciplinas que tomen como foco de estudio a este tipo de texto o que analicen el tipo de comunicación que implica. Como ya mencionamos, no hay acuerdo respecto a lo se entiende por texto de divulgación y si en sí mismos conforman un género propio. Algunos investigadores (Cassany, 2006; Gallardo, 2004, 2005, 2010) lo vinculan

principalmente con el periodismo científico y algunos de los participantes de la Fase 1, opinaron al entregarnos el cuestionario que para ellos es aquél que aparece en los medios gráficos en forma de notas de opinión, cartas de lectores o notas de periodistas científicos.

Tal como planteamos en el Capítulo 4, podemos definir al texto de divulgación científica, como un escrito de trama compleja que combina recursos y características de otros tipos de textos y cuyo propósito es poner al alcance del lector no experto un tema relativo a la ciencia. Con respecto a su estructura no hay una que los caracterice como sucede con los artículos científicos, dado que se nutren de otros géneros, aunque se identifican en su mayoría con el género expositivo o explicativo. Este tipo de texto no acostumbra o no debería necesariamente seguir la estructura de un texto académico del tipo artículo científico, caracterizado por contar con introducción, metodología, resultados y conclusión o discusión (IMRD: Introducción, Método, Resultados, Discusión). Por el contrario, en los textos de divulgación además del género expositivo, se incorporan recursos de otros géneros, como por ejemplo el narrativo (teniendo en cuenta sus partes típicas: Inicio, Desarrollo y Desenlace) o recursos conversacionales no presentes en un escrito académico o científico. Esta diversidad hace muy compleja la tarea de comparar textos, como nos proponemos hacer en esta tarea de la segunda Fase de la investigación, si intentamos valernos de otros modelos de análisis, ya sean provenientes de la lingüística o disciplinas afines. Es por ello que nuestro objetivo se limita en este caso a identificar aspectos comunes, si los hubiera, según los Perfiles Conceptuales identificados en el Capítulo 7 a partir del análisis de sus respuestas al cuestionario.

Suponemos que al comunicar en este ámbito específico, al no contar los autores con una formación específica, comunicarán un conocimiento científico utilizando el lenguaje de las ciencias, pero adaptado a un público específico y dependiendo de características personales de cada uno. Nos interesa analizar esta adaptación y relacionar sus cualidades con los análisis ya realizados en la Fase 1, en el que se clasificaron las respuestas según tres Perfiles Conceptuales: *Directo-Interpretativo*; *Ecléctico* (combinación de opciones directas-interpretativas-constructivas) y *Constructivo*, ya que,

como ya se mencionó en el marco teórico, las elecciones estarían determinadas en algún grado por las concepciones explícitas e implícitas.

Nos centraremos específicamente en qué recursos utilizan y en qué medida están presentes el lector y el autor en el texto en que componen. ¿Utilizarán los mismos recursos que destacan en la evaluación de un texto ajeno o utilizarán otro tipo de recursos?, ¿habrá correlación entre lo que verbalizan acerca de otros textos y los textos que ellos elaboran?

En resumen, en esta Fase buscaremos profundizar el análisis de las maneras de operar con los textos de divulgación científica, ahora desde tareas tales como la evaluación y la composición. Con este análisis buscamos relacionar los resultados de las tareas anteriores (cuestionario y referato) con el tipo de texto compuesto. Buscamos detectar los posibles “macro-perfiles” que puedan vislumbrarse a partir del comportamiento de los investigadores a lo largo de las tres tareas que conforman este estudio de tesis.

Ampliamos en los próximos capítulos los métodos de análisis específicos para estas tareas y los resultados obtenidos. En el Capítulo 9 nos centramos en la tarea de referato, en tanto que el Capítulo 10 está dedicado al análisis del texto divulgativo de la propia autoría de los participantes.



## **CAPÍTULO 9**

### **CUANDO INVESTIGADORES EN FÍSICA EVALÚAN UN TEXTO DIVULGATIVO**

#### **Análisis de las concepciones sobre el texto divulgativo a través de la evaluación de un texto**

En este capítulo presentamos la primera tarea de la Fase 2, en la que se solicitó a los nueve participantes seleccionados que realizaran una evaluación de un texto de divulgación, de manera similar a las evaluaciones los investigadores suelen hacer como parte de sus tareas profesionales. Si bien la situación es ficticia, porque el resultado de la tarea no implica la aceptación o no del texto en cuestión para su publicación, se intentó que fuera lo más cercana posible a una situación real. Para ello adaptamos planillas de evaluación de artículos utilizadas por revistas de divulgación y se aclaró a los participantes el tipo de público al que estaba dirigida la revista, así como en qué marco sería publicado el texto.

Comenzamos el Capítulo con la presentación de aspectos relativos a los participantes (apartado 9.1.) y al instrumento y procedimiento de relevamiento de la información (apartado 9.2.). Luego desarrollamos el sistema de dimensiones y categorías de análisis y la forma en que aplicamos este sistema a las respuestas obtenidas (apartado 9.3.) y, a continuación, presentamos y comentamos la distribución de frecuencias de las categorías en los referatos realizados por los participantes (apartado 9.4.) y analizamos las asociaciones entre los Perfiles Conceptuales de los participantes acerca de la educación y divulgación científicas (establecidos en la Fase 1) y sus respuestas a la tarea de referato en la Fase 2 mediante un Análisis de Correspondencias Simples. Por último, comentamos los resultados de esta tarea.

#### **9.1. Participantes**

Como ya mencionamos en el Capítulo 8, seleccionamos nueve participantes a razón de tres por cada una de las clases observadas mediante el Análisis de Clasificación, presentado en el Capítulo 7. Para esta tarea en particular, uno de los

participantes no contestó al pedido de referato, por lo que contamos con ocho participantes: dos del Perfil Conceptual Directo-Interpretativo –TEO y ERIK–; tres del Perfil Conceptual Ecléctico, que combina respuestas representativas de las tres teorías implícitas del aprendizaje –STEN, LIA y NILS– y tres del Perfil Conceptual Constructivo –MATS, IAN y LENA–. Estos participantes han sido seleccionados entre los “parangones”, o individuos de mayor tipicidad establecidos por el Análisis de Clasificación y considerando además que cumplieran con la condición de ser autores de más de un texto divulgativo (ver Anexo A.I.5.). Esta última condición es necesaria para la segunda tarea de la Fase 2, en la que se les solicita que elijan el texto de divulgación de su propia autoría que más aprecien.

## **9.2. Instrumento y procedimiento de relevamiento de información**

Solicitamos a los nueve participantes seleccionados para esta Fase que realizaran una evaluación de un texto de divulgación científica, similar a la que tradicionalmente se realiza sobre artículos científicos.

La tarea consiste en una solicitud de evaluación simulada pero verosímil para una revista ficticia de un artículo de divulgación científica genuino (titulado *El Experimento de Cavendish*), mediante una planilla (adaptada a partir de las empleadas para ese mismo fin por revistas existentes de divulgación), que el participante es invitado a completar. Tanto el envío de la tarea como su recepción se realizaron por medio del correo electrónico. Elegimos un tema elemental dentro de la Física, dado que en una investigación anterior (Bengtsson, 2004) tuvimos dificultades para que los investigadores se dispongan a evaluar textos acerca de temas que no fueran de su especialidad.

Consideramos que pese a que la tarea en sí se da en un espacio ficcional “como si”, presenta considerable validez ecológica pues la consigna y la planilla presentadas son muy similares a las que se usan habitualmente en este tipo de tareas además de que, como dijimos, el texto evaluado es un texto existente, no creado especialmente para esta ocasión (*El Balseiro va a la Escuela y la Escuela va al Balseiro*, Proyectos de Apoyo al Mejoramiento de la Enseñanza Media, Ministerio de Educación de la Nación, Argentina; 2006-2009).

Transcribimos a continuación el texto del correo electrónico con la consigna, tal como fuera enviado a los participantes, invitándolos a responder en un plazo de 15 días:

*Le solicitamos el referato de un texto de divulgación para una revista que cuenta con un público amplio en edad e intereses. La revista como tal no existe, pero queremos analizar qué parámetros tendría Ud. en cuenta para este tipo específico de textos.*

*Adjunto encontrará dos archivos: un texto (El Experimento de Cavendish) y una planilla donde volcar sus opiniones y sugerencias acerca del texto.*

*Al comienzo de la planilla encontrará una descripción del tipo de lectores (de 12 años en adelante) y de los artículos que caracterizarían esta revista imaginaria (un número especial dedicado a la teoría de la Gravitación).*

*Desde ya muchas gracias por la colaboración.*

*El Experimento de Cavendish*, (el texto completo puede encontrarse en el Anexo A.II.1.) sobre el que se solicita la evaluación es un texto de 1165 palabras de extensión, que incluye nueve fórmulas y dos figuras. Fue escrito aproximadamente en 2004 y luego revisado para los participantes de un proyecto de divulgación por el Doctor en Física Oscar Bressan, quien tiene una considerable experiencia en la composición de textos sobre temas básicos de la Física, ya que participó durante algunos años en un proyecto institucional de divulgación de esa disciplina (*“Ablandando las ciencias duras: un paseo por la ingeniería nuclear y la física”*). Elegimos este texto por ser del tipo que se podría encontrar dentro del área: corto, de una dificultad media, conteniendo términos técnicos y fórmulas, aspectos sobre los cuales nos interesaba indagar la postura de los participantes seleccionados para esta Fase. *“El Experimento...”* dedica la primera parte a una introducción histórica, para luego hacer un desarrollo más técnico y finaliza con una exclamación que presume que a partir de la lectura se tendrán elementos suficientes para lograr calcular la masa del planeta Tierra.

Para el diseño de la planilla de evaluación se tomaron como base, adaptándolas, las planillas de evaluación que utilizan algunas revistas de divulgación, como por ejemplo la de la revista *“Desde la Patagonia, Difundiendo Saberes”* del Centro Regional Universitario Bariloche (CRUB) de la Universidad Nacional del Comahue,

Argentina ([www.desdelapatagoniads.com.ar](http://www.desdelapatagoniads.com.ar)) y de la revista “Ciencia Hoy” (<http://www.cienciahoy.org.ar/indice.htm>).

La planilla de evaluación resultante está dividida en cuatro partes: *Consideraciones generales*; *Organización y Estructura* (estos títulos hacen referencia al aspecto sobre el que se pide opinión); *Resultado* (si el artículo se considera apto para su publicación); y la redacción de unos *Comentarios* y de unas *Sugerencias*, por si quedase algún aspecto sobre el que el evaluador quiera expresarse. No todas las preguntas de esta tarea han sido pensadas para recabar información directamente relacionada con los objetivos de este estudio, sino que algunas han sido presentadas para darle mayor verosimilitud a la tarea. Tal es el caso de las preguntas 1, 5, 11, 12, 13 y 15. Las preguntas que consideramos para el análisis, recaban información acerca de las siguientes cuestiones: Tratamiento del tema (Pregunta 2), Comprensibilidad (Preguntas 3 y 4), Reemplazos, Agregados, Sugerencias (Preguntas 6, 7, Comentarios y Sugerencias), Título (Pregunta 8) y Organización (Preguntas 9,10 y14).

### 9.2.1. LA PLANILLA DE EVALUACIÓN

#### **CONSIDERACIONES GENERALES**

PREGUNTA	Marque una sola opción		JUSTIFIQUE O SUGIERA
	SI	NO	
1. ¿El tema reviste interés para una revista de divulgación científica?			
2. ¿El tema está adecuadamente tratado?			
3. ¿Está escrito de forma comprensible? Especifique su respuesta.			
4. ¿El texto brinda los conocimientos necesarios a un lector no familiarizado con el tema?			
5. ¿Las ilustraciones son adecuadas? ¿Sugeriría reemplazarlas, modificarlas, agregar otras o eliminar alguna? ¿por qué?			
6. Reemplazos o modificaciones: ¿Cuáles? Especifique.			
7. ¿Desarrollaría más alguno de los aspectos del texto? Especifique cual o cuales.			



### **ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA**

PREGUNTA	Marque una sola opción		JUSTIFIQUE O SUGIERA
	SI	NO	
8. ¿El título le parece adecuado? ¿por qué?			
9. ¿Considera que el texto tiene un buen inicio, invita a continuar la lectura?			
10. ¿Sugeriría otra modalidad de introducción?			
11. En caso de contar con resumen, ¿le parece adecuado como tal?			
12. ¿Los subtítulos son adecuados? ¿ayudan a organizar la lectura?			
13. ¿Cambiaría o agregaría subtítulos? Especifique su respuesta.			
14. ¿El final del texto le parece adecuado? ¿Sugeriría otra modalidad de cierre o conclusión? ¿Cómo sería?			
15. ¿Le parece que el texto está bien organizado? ¿sugiere otro tipo de organización?			
16. ¿Opina que el texto tiene una extensión adecuada para el tratamiento del tema? Especifique su respuesta			

### **RESULTADO**

El trabajo es aceptado en su forma actual
El trabajo es aceptado según correcciones menores
El trabajo es aceptado según correcciones moderadas
El trabajo será aceptado sólo según una corrección extensa
El trabajo no es aceptado

- COMENTARIOS DEL REVISOR:
- 

- SUGERENCIAS DE CAMBIOS O AGREGADOS:
- 

## **9.3. Método de Análisis**

### **9.3.1. EL SISTEMA DE ANÁLISIS: DIMENSIONES Y CATEGORÍAS IDENTIFICADAS EN LA EVALUACIÓN REALIZADA POR LOS PARTICIPANTES**

A partir de sucesivas lecturas de las ocho evaluaciones recibidas elaboramos un sistema de dimensiones de análisis con categorías específicas al interior de cada una de ellas.

La manera de abordar esta temática es compleja y puede hacerse desde variados puntos de vista. En nuestro estudio nos basamos en los estudios sobre los que ya hemos dado cuenta en el Capítulo 4 y que sostienen que las reglas que subyacen a la producción de discursos dejan en los textos determinadas trazas o marcas, denominadas marcas discursivas (Zecchetto, 2006) y que podrían detectarse a través de las respuestas a las siguientes preguntas:

- ❖ ¿Qué dice? Campo semántico (aspectos temáticos)
- ❖ ¿Cómo lo dice? Campo retórico (aspectos retóricos)
- ❖ ¿Quién lo dice y para quién? Campo de la enunciación (aspectos enunciativos)

En una línea cercana, Teberosky (2007) menciona propiedades generales de los textos, tales como textura y finitud, funciones semánticas (ideacionales, interpersonales y textuales) y recursos gráficos y metadiscursivos que nos guían en el abordaje de los textos desde una “perspectiva interactiva que asume el diálogo entre escritor y lector”. Esta autora sostiene que el escritor puede valerse del metadiscurso para guiar al lector.

En este sentido nos interesa analizar la medida y la forma en que los participantes mencionan y jerarquizan estas diversas cuestiones en el texto evaluado (Objetivo E de la Fase 2, ver Capítulo 5). A partir de esta línea de análisis diseñamos una serie de dimensiones y categorías para analizar las respuestas volcadas en la planilla de evaluación por los participantes seleccionados para la tarea de Referato. Aclaramos que se trata de dimensiones y categorías *post hoc*, es decir que las construimos o adaptamos a partir del relevamiento, conceptualización y sistematización de los criterios manifestados (reconocidos por nosotros) por los participantes al completar la planilla

de. Este proceso dio lugar a un sistema que contempla cinco dimensiones principales de análisis:

- Apreciación general del texto,
- Aspectos retórico-temáticos,
- Aspectos (o motivos) temáticos,
- Recursos retóricos,
- Aspectos enunciativos.

En tanto la primera dimensión atañe al texto como un todo, las otras cuatro pueden abordarlo de esa manera general, o en cambio poner el foco en un pasaje o fragmento.

En el curso de la construcción de las categorías de análisis al interior de cada dimensión ensayamos la posibilidad de contemplar no sólo los aspectos mencionados por los participantes, sino también la valencia que otorgaban al texto en relación a ese aspecto. Es decir, si valoraban positivamente o negativamente el texto, sea por exceso o defecto, en función de dicho aspecto. Sin embargo, considerando la multiplicación de categorías resultantes, el número reducido de participantes en este estudio exploratorio y la constatación de que el registro únicamente de la mención de los aspectos por parte del “evaluador” (sin su valoración del texto en función del mismo) resultaba informativa de por sí, decidimos restringir el análisis a la sistematización de la sola mención de aspectos.

A continuación presentamos cada dimensión, así como las categorías consideradas e ilustramos cada una de ellas con expresiones de los participantes. Luego indicamos cómo procedimos a fin de codificar las respuestas obtenidas para esta tarea según este esquema de dimensiones y categorías.

En el caso de existencia de antecedentes o contribuciones pertinentes en estudios de Psicología Cognitiva, Epistemología y Lingüística nos basamos en ellos para la definición de las categorías. En cuestiones generales, nos basamos, por ejemplo, en:

Bajtín, (1973); Bazerman, (1988); Bazerman, Bonini y Figueiredo, 2009; Bazerman, Little y Chavkin, 2003); Devitt, (2004); Prior, (2006); Swales (1990, 1993, 2009). Respecto a los diversos aspectos: *Organización y Extensión de un texto, Eje en ideas principales* (Lavandera, 1984, 1992; Pardo Abril, 2007; *Autonomía* (Beaugrande y Dressler 1997); *Intertextualidad* (Bajtín 1973, Jesson, 2010); *Aspectos Retórico-temáticos* (Zecchetto, 2006); *Conceptos y Red conceptual* –entendidos como procedimientos estratégicos– (Pérez Echeverría *et al.*, 2006), *Metáforas* (Galán Rodríguez, 2003; Golombek, 2004; Lizcano, 2009; Palma, 2004), *Contexto de descubrimiento* (Sánchez Mora, 2001); *Científico como persona* (Gellon, 2005; Kreimer, 2009; Vara y Hurtado de Mendoza, 2004; Wolobelsky, 2004); *Recursos retóricos* (Pedrazzini y Scheuer, 2010; Zecchetto, 2006).

**1. *Apreciación general del texto:*** Consideramos aquí las menciones por parte de cada participante a cada una de las siguientes categorías.

- *Género:* Particularidad y especificidad de los textos de divulgación, diferenciándolos de otros o asimilándolos a algunos (como por ejemplo textos de manuales escolares, artículos de investigación, etc.). Ej.: “desarrollos no adecuados para su finalidad divulgativa” (MATS), “la corriente en estos casos” (IAN); “es adecuado y es el clásico” (TEO).
- *Lenguaje científico:* Tipo de registro en textos de divulgación científica, específicamente acerca del uso del *lenguaje científico* en este contexto comunicativo: utilización de términos técnicos, jerga o fórmulas en los textos de divulgación para un público no necesariamente familiarizado con ellos. Ej.: “hay demasiado peso puesto en las fórmulas” (LIA).
- *Organización, extensión y autonomía:* Distribución de las partes y componentes de un texto (secciones, apartados, recuadros con información específica, gráficos, infografías, glosarios, etc.). Ejemplo: “es un apretado y suficiente resumen”. (TEO); “es autocontenido” (LENA); “no se presentan con una estructura lógica correcta” (STEN).

- *Intertextualidad*: nos basamos en (Bajtín 1973, Jesson, 2010): Reenvíos a Otras fuentes tales como conexiones bibliográficas, p.ej. enlaces a páginas de internet, bibliografía, referencias a otros textos o citas de otros autores, propuestas de otras lecturas. Ej.: “Bibliografía no de internet” (TEO).

**2. Aspectos Retórico-temáticos**: Las categorías de esta dimensión reúnen las menciones de la manera en que la información es presentada, en cuanto a calidad, cantidad y forma. En este caso lo retórico y lo temático aparecen imbricados, en tanto que las dos dimensiones siguientes se centran en aspectos que sean exclusivamente retóricos, o exclusivamente temáticos. Las tres primeras categorías de aspectos Retórico-temáticos se centran en el conocimiento y las dos siguientes consideran en mayor medida al lector (Zecchetto, 2006).

- *Compleitud y relevancia*: Consideración por parte del participante acerca de si la información volcada en el texto es la que alcanza para comprender, es completa, excesiva, o insuficiente (científica o históricamente). Esta categoría articula cantidad, relevancia y pertinencia, pues es del interjuego de las mismas que la información brindada se juzga como suficiente/ insuficiente/ excesiva para acceder al tema. Ej.: “se vuelve excesivamente teórico” (MATS); “se complica excesivamente” (MATS).
- *Precisión y claridad*: Referencia a aspectos de exactitud y cuestiones de ambigüedades en la presentación. Ej.: “la expresión notación moderna no es adecuada” (STEN), “carece de precisión científica” (STEN).
- *Corrección del conocimiento*: Ausencia o presencia de errores conceptuales o fácticos. Ej.: “tiene algunas fallas que pueden inducir a errores conceptuales” (STEN).

- *Atractivo e interés*: Mención de recursos llamativos y atrayentes que favorecen el acercamiento al texto por parte de los lectores. Ej.: “la redacción es poco atractiva” (STEN).
- *Eje en ideas principales*: Ideas centrales que deben destacarse para facilitar la lectura y comprensión del texto por los lectores. Ej.: “describir mejor la hipótesis y el objetivo experimental” (LIA).

**3. Motivos Temáticos**: Esta dimensión reúne las referencias a contenidos o tipos de contenidos que permiten introducir o desarrollar el tema en forma de pasajes, “*designan las unidades temáticas mínimas o menores las cuales, articuladas dentro de un texto, permiten configurar un tema*” (Zecchetto, 2006, pág. 206). Estos aspectos se relacionan estrechamente con la pregunta: “qué dice el texto”. Para las primeras tres categorías tuvimos en cuenta la distinción entre contenidos declarativos de diferente nivel de complejidad y de integración (Pérez Echeverría, 2006), así como aquellas que aluden al atribuciones del conocimiento.

- *Datos*: Comentario acerca de los datos aportados en el texto, incluyendo la mención de la falta un dato. Ej.: “atracción entre montañas” (TEO); “no se sabe lo que es g” (LIA); “se podría dar el valor de M” (ERIK).
- *Conceptos científicos*: Comentario sobre la presentación o ausencia de conceptos, fenómenos u objetos en el texto. Ej.: “Diferenciar claramente los conceptos de peso y masa” (NILS).
- *Reglas y Leyes*: Principios generales de la ciencia que revisten potencial explicativo de numerosos fenómenos. Ej.: “hablar de la Ley de Gravitación Universal” (STEN).

Las siguientes tres categorías surgen a partir de estudios en Historia de la ciencia, Epistemología y Filosofía de la ciencia como, por ejemplo, Klimovsky (2005) y Palma (2004), entre otros, aludiendo a la ubicación de un conocimiento en relación como puede ser la red conceptual del lector o el contexto histórico-social-personal en el que surge.

- *Redes conceptuales*: Relación de la información con una red más amplia de conocimientos. Ej.: “la historia debe ir entramada” (IAN); “Válida desde la manzana de Newton a las galaxias” (STEN); “existe en todas las escalas, desde las partículas elementales a los cúmulos de galaxias” (LENA).
- *Contexto de descubrimiento*: Ambiente histórico, geográfico, social, científico y tecnológico en el que se sitúa el proceso de generación, elaboración o circulación del conocimiento que se pretende divulgar. Ej.: “le incluiría algo relacionado con el contexto del experimento” (STEN).
- *Científico como persona*: Aspectos personales del científico o los científicos que participaron en la generación, elaboración o circulación del conocimiento que se pretende divulgar. Ej.: “la personalidad de Cavendish es demasiado ‘rica’ como para no incluir una descripción de la misma” (MATS).

**4. Recursos retóricos**: Esta dimensión registra las menciones explícitas o referencias indirectas a aquellos recursos utilizados para introducir un tema, para ampliarlo o expandirlo y según qué estilo; es decir aquellos aspectos que responden a la pregunta “¿cómo se dice algo?”. Diferenciamos las categorías específicas según diversas categorizaciones que revisamos (Pedrazzini y Scheuer, 2010; Galán Rodríguez y Camacho, 2000; Galán Rodríguez, 2003; Hyland, 2001). El listado que figura a continuación se

ordena desde la mención de los recursos más utilizados en los artículos científicos a aquellos más frecuentemente utilizados en los textos literarios.

- *Simplificación y descripción*: Recursos utilizados en el sentido de la fijación y reducción de la información. Ej.: “simplificar la descripción de cómo el experimento de Cavendish permite medir la masa de la Tierra” (MATS).
- *Metáforas fijas para el título*: Recurso que permite relacionar la información con conocimientos que ya posee el lector, pero en una dirección determinada. Ej.: “sugiero otro título más interesante (...) ‘Pesando la Tierra’ o ‘cómo podemos pesar la Tierra’ (LIA).
- *Definición y aclaración*: Recursos que apoyan el ingreso al lenguaje de la ciencia. Ej.: “exceso de ecuaciones y terminología científica sin definición ni aclaración” (MATS).
- *Explicación*: Recursos que permiten la expansión comprensiva, la justificación y elaboración del conocimiento disponible. Ej.: “no son explicadas adecuadamente” (LIA); “habría que explicar qué se entiende por...” (NILS).

Los cuatro recursos que siguen aportarían un punto de vista alternativo, permitiendo la expresión con un significado distinto o en contexto diferente al habitual para que el lector la relacione con situaciones o fenómenos que le son más familiares o que facilitan un acercamiento al tema partiendo de una visión familiar (Marinkovich, 2005).

- *Otras metáforas*: Se refiere al uso de un enunciado con un significado distinto o en contexto diferente al habitual. Ej.: “incluir el uso de metáforas para ‘ablandar’ el texto” (LENA).



- *Paráfrasis*: Recurso didáctico para adquirir conocimientos por medio de una traducción cuya intención es dar una visión clara del mismo para explicarlo en todos sus aspectos y facilitar su comprensión. Ej.: “lenguaje coloquial que reemplace los términos técnicos” (LENA).
- *Ejemplificación y comparación*: Recursos que permiten dar a conocer aplicaciones o instancias cotidianas del conocimiento científico. Ej.: “incluir el uso de comparaciones” (LENA).
- *Humor*: Comentar la realidad, resaltando el lado cómico para invertir una situación abstracta hacia en una situación más familiar o entretenida que facilite la comunicación. Ej.: “debería apelar a recursos tales como (...) humor, etc.” (LENA). Los dos últimos recursos son vertebradores, en el sentido que facilitan la lectura y comprensión del lector (Sánchez Miguel, 1996).
- *Introducción*: Brindar una explicación o rodeo preliminar que haga de puente entre el lector y el tema a ser abordado en el texto. Ej.: “Desarrollaría una introducción aclarando que esta fuerza que existe en todas las escalas” (LENA).
- *Recapitulación*: Herramientas que permiten ir señalando aquellas ideas que el autor considera más importantes y que quiere que el lector se lleve como resultado de la lectura. Ej.: “hay que resumir lo que se habló antes” (IAN).

**5. Aspectos Enunciativos:** Esta dimensión rescata aquellos comentarios del evaluador respecto de los modos en que la representación del yo del autor y del lector se reencuentran o se hacen visibles en el texto y qué aspectos destacan en ellos; creemos que cómo se consider al lector respecto a sus condiciones y procesos de aprendizaje se reflejarán en el texto (Pozo *et al.*, 2006). Es necesario destacar que en este tipo de textos no suele considerarse un lector específico, sino un lector modelo (Zecchetto, 2006) o genérico – entendido como parte del contrato de lectura que se establece entre un

soporte y su lectura (Verón, 1985)–. Asimismo Distinguimos los comentarios del evaluador según se refieran a las formas en que en el texto se muestran o hacen presentes el autor o el lector.

### **Autor:**

A través de qué manera se hace presente en el texto.

- Voz de la ciencia: Presentación de “verdades” indiscutibles desde el punto de vista científico. Ej.: “deja al lector como espectador diminuto entre una masa de inteligentes dioses de la ciencia” (IAN).
- Voz del autor: Manifestación de la postura del autor o de la que supone en el lector, suele hacerse a través de comentarios al margen o apreciaciones personales. Ej.: “debería apelar a recursos tales como comentarios” (LENA).

### **Lector:**

- Estados y competencias: Aquellas características del receptor que deben considerarse o tenerse en cuenta. Ya sea porque se consideran un estado del lector que el autor no puede modificar, como p.ej., la edad o porque suponen un tipo de comprensión dualista.
  - *Nivel educativo, edad, formación*: Adecuación al nivel educativo, edad o mención formación de la necesidad de contar con una formación definida para abordar el texto propuestos como receptores. Ej.: “para alumnos que han superado la secundaria. Pienso que un chico de doce años no lo entendería” (TEO); “tratamiento no es adecuado para lectores con formación primaria” (NILS).
  - *Comprensión todo-nada*: Alusión a la comprensión como una ausencia, o como un resultado que en lo posible debe ajustarse del modelo original del cual debe extraerse la información. Ej.: “si el lector no entiende el significado de una ley física” (NILS)

- *Comprensión nítida*: Comprensión entendida como un resultado que puede distorsionarse por diversas causas, pero que debe ajustarse al modelo original. Ej.: “es imprescindible que el lector entienda la diferencia entre masa y peso” (STEN).

Las siguientes dos categorías dan cuenta de una manera de tener en consideración ciertos aspectos del lector que pueden favorecer o entorpecer la comprensión.

- *Conocimientos previos*: Consideración de o contar con determinados conocimientos para comprender el texto. Ej.: “debe tener nociones básicas de física” (TEO); “corresponde a un lector ya familiarizado con lenguaje científico” (NILS).
- *Motivación*: si el texto tiene ciertas características que inviten a abordarlo y mantener la lectura. Ej.: “agregar algún párrafo que motive a leer el artículo” (LENA).
- Procesos cognitivos del lector: Percepción del lector operando en base a diversos procesos mentales, tanto porque deberían tenerse en cuenta o porque se indican como meta de la lectura del texto evaluado.
  - *Comprensión significativa*: Comprensión entendida como una construcción sólida y duradera, personal de cada sujeto. Ej.: “no se entiende el objetivo” (LENA).
  - *Juicio crítico*: Análisis de las diversas posturas y construcción de un argumento sólido. Ej.: “tiene la capacidad de discernir si el sabio era inteligente o más o menos” (IAN).
  - *Adquisición de conocimientos*: Consideración del texto como facilitador o no respecto a la adquisición de conocimientos. Ej.: “ésta es la acción más inadecuada para la acción necesaria en la construcción de conocimiento” (IAN).

- Desdibujamiento del lector (falta de distancia): alusión a la comprensión del evaluador, situándose en el lugar del lector modelo del texto, lo que marca un de la representación del lector modelo como público lego. Ej.: “Yo lo entendí sin problemas” (ERIK).

### **9.3.2. APLICACIÓN DE LAS DIMENSIONES Y CATEGORÍAS DE ANÁLISIS A LAS RESPUESTAS DE LOS INVESTIGADORES**

Para codificar según este sistema de dimensiones y categorías a las respuestas de los participantes en la planilla de evaluación, procedimos de la siguiente manera. En primer lugar, agrupamos las preguntas en cinco temas para facilitar el análisis:

- Tratamiento del tema (Pregunta 2)
- Comprensibilidad (Preguntas 3 y 4)
- Reemplazos, Agregados, Sugerencias (Preguntas 6, 7, Comentarios y Sugerencias)
- Título (Pregunta 8)
- Organización (Preguntas 9, 10 y 14)

Se consideró como unidad de análisis la respuesta de cada participante a cada pregunta o grupo de preguntas en la planilla de evaluación. De tal forma que en su respuesta a un único tema, constatamos la referencia hecha a una categoría dada, sin considerar si al interior de la pregunta o conjunto de preguntas la referencia se evidenciaba una única vez o más veces.

Para registrar la asignación de categorías por participante y tema construimos una base en una planilla Excel en la que ocho grupos de filas correspondían a cada uno de los participantes y las filas individuales a cada uno de los cinco temas de las preguntas. Cinco grupos de columnas correspondían a las cinco dimensiones de análisis y las columnas individuales a las categorías específicas. Completamos con “1” en la

celda correspondiente cada vez que un participante hacía mención de una categoría una o más veces en sus respuestas a un tema de preguntas. Por ende el número máximo de referencias que un único participante puede registrar para una única categoría es “5”, dado que tenemos esa cantidad de temas. Las categorías de respuesta no son mutuamente excluyentes, una misma respuesta o expresión puede ser codificada en más de una categoría correspondiente a la misma dimensión. La planilla puede consultarse en el Anexo II.

La tesista y otra investigadora (una de la directoras) codificaron el 100% de las respuestas en forma independiente y luego cotejaron las codificaciones. El primer paso consistía en reconocer o identificar con qué dimensiones se relacionaban el contenido de las respuestas en la pregunta o conjunto de preguntas para el tema en cuestión. En segunda instancia se asignaba la categoría específica al interior de la dimensión. Los desacuerdos respecto a las dimensiones o a las categorías se resolvieron por discusión y en el caso de no alcanzarse, esa respuesta no se codificó para esa categoría.

### **9.3.3. ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS SIMPLES**

Con el objetivo de visualizar con profundidad y claridad las asociaciones entre la referencia a las distintas categorías de las cinco dimensiones de evaluación –Apreciación General del texto, Aspectos Retórico-temáticos, Aspectos temáticos, Recursos retóricos y Aspectos enunciativos–, considerando además el Perfil Conceptual de los ocho participantes en cuanto a la educación y divulgación científicas (ver Objetivo E, Capítulo 5) aplicamos un Análisis de Correspondencias Simples (ACS). Es, como el Análisis de Correspondencias Múltiples descrito en el Capítulo 7 (sección 7.3.1.), una técnica de la estadística descriptiva no paramétrica, que permite analizar las asociaciones entre variables. A diferencia del Análisis de Correspondencias Múltiples, que analiza las asociaciones entre numerosas variables, el Análisis de Correspondencias Simples analiza las asociaciones entre las modalidades de sólo dos variables activas. Se aplica por tanto a tablas de contingencia, con la restricción de que la presencia de ceros en las celdas sea mínima (ver Lebart, Salem y Bécue Bertaut, 2000, pág. 27).

Tal como se explicó en el apartado 7.3.1. para el ACM, los resultados del ACS se proyectan en planos factoriales, en los que es posible visualizar las asociaciones entre las modalidades de las variables en cuestión. Para conformar los grupos de asociaciones entre modalidades se considera, como se indicó antes, la contribución a los ejes factoriales y su representación según los cosenos cuadrados.

En el caso del ACS, se puede considerar como ilustrativas algunas modalidades de cualquiera de las dos variables activas por diversas razones. De esta forma no participan en la conformación de los ejes factoriales, pero es posible analizar sus asociaciones a las modalidades activas. Además es posible considerar alguna variable ulterior en calidad de suplementaria o ilustrativa. Tal como sucede en el ACM (7.3.) para analizar las modalidades ilustrativas consideramos el valor test.

#### **9.4.3.1. Aplicación del análisis de correspondencias simples**

En la aplicación del Análisis de Correspondencias Simples (ACS) consideramos tres variables: Evaluación, Participantes y Perfiles conceptuales. Las dos primeras como activas (salvo algunas modalidades que se consideraron como ilustrativas) y la última como ilustrativa.

##### **Variable Evaluación:**

Para aplicar el ACS este análisis partimos de las categorías de cada dimensión con el fin de crear una variable continua o numérica, que se presenta en la Tabla 9.1. Llamamos a esta variable “evaluación” que reúne categorías relativas a las dimensiones de partida (Apreciación General del texto, Aspectos Retórico-temáticos, Aspectos temáticos, Recursos retóricos y Aspectos enunciativos). Para conformar las modalidades de esta variable agrupamos categorías al interior de cada dimensión, con el fin de contar con una tabla de contingencia con una reducida presencia de ceros. La agrupación se realizó teniendo en cuenta el sentido de las categorías en cuestión. Así, por ejemplo, para la dimensión Aspectos Retórico-Temáticos a partir de las cuatro categorías originales se generaron dos modalidades: una más orientada al contenido (*Compleitud y Relevancia, Precisión y Claridad y Corrección del conocimiento*) y otra más orientada al lector, como son la *Atracción e Interés* y el *Eje en las ideas principales*. Otro ejemplo

del sentido de las agrupaciones la encontramos en la dimensión de Recursos Retóricos, en la que por un lado agrupamos aquellos recursos más “de forma” y por el otro en los que toman en cuenta los conocimientos del lector como para establecer puentes que faciliten la comprensión. La única categoría que dio lugar por sí misma a una variable es *Edad/Nivel educativo/Formación del lector*, referida a la dimensión Aspectos Enunciativos, debido a que es la única que da cuenta de atributos exclusivamente objetivos del lector.

En total, la variable Evaluación tiene 13 modalidades de las cuales consideramos 8 como activas y 5 como ilustrativas (tal como se muestra en la Tabla 9.1) Todas las modalidades correspondientes a las primeras cuatro dimensiones –Apreciación general del texto, Aspectos retórico-temáticos, Aspectos temáticos y Recursos retóricos– fueron consideradas activas. Las modalidades derivadas de la dimensión Aspectos Enunciativos, fueron consideradas ilustrativas atendiendo a que la mayoría de los participantes no hacen ninguna mención de las categorías que esas modalidades integran.

#### **Variable Participantes:**

Esta variable, que también consideramos como activa, es de naturaleza nominal. Se conformó con los 8 participantes de esta Fase.

#### **Variable Perfil Conceptual:**

Además, se consideró una variable nominal: Perfil conceptual, de acuerdo a las tres modalidades –*Directo-Interpretativo, Ecléctico y Constructivo*–. Ésta intervino como variable ilustrativa.

**Tabla 9.1. Modalidades de la variable Evaluación y su relación con las dimensiones y categorías presentadas en 9.3.1, Denominación y rol en el ACS.**

Dimensión de evaluación	Categorías al interior de cada dimensión		Modalidades agrupadas para el ACS: <i>Etiquetas</i>	Rol en el ACS
Apreciación General del texto	Género		<i>AGgénero/lenguaje</i>	Activa
	Lenguaje Científico			
	Org./Extensión/ Autonomía		<i>AGorg/intertextualidad</i>	Activa
	Intertextualidad			
Aspectos Retórico-temáticos	Compleitud y Relevancia		<i>RTcontenido</i>	Activa
	Precisión y Claridad			
	Corrección del conocimiento			
	Atracción e Interés		<i>RTlector</i>	Activa
	Eje en ideas principales			
Aspectos Temáticos	Datos		<i>Tdato/concepto/ley</i>	Activa
	Conceptos			
	Reglas y leyes			
	Red Conceptual		<i>Tred/contexto/científico</i>	Activa
	Contexto de descubrimiento			
	Científico como persona			
Recursos Retóricos	Simplificación		<i>RRsimp/mf/def/exp</i>	Activa
	Metáfora fija para el título			
	Definición			
	Explicación			
	Metáfora		<i>RRmet/para/eje/hu/int/re c</i>	Activa
	Paráfrasis			
	Ejemplificación/comparación			
	Humor			
	Introducción			
	Recapitulación			
Aspectos Enunciativos	Autor	Voz ciencia	<i>Evoces</i>	Ilustrativa
		Voz del autor		
	Lector: Estados y Competencias	Nivel educativo /Edad/Formación/	<i>Eniv.educ/edad/formació n</i>	Ilustrativa
		Conocimientos previos	<i>Econocprevios/motivació n</i>	Ilustrativa
		Motivación		
		Comprensión todo-nada	<i>Ecompt-n/nítida</i>	Ilustrativa
		Comprensión nítida		
	Lector: Procesos cognitivos	Comprensión significativa	<i>Ecompsig/juicio/adquisic ión</i>	Ilustrativa
		Juicio crítico		
Adquisición de conocimiento				



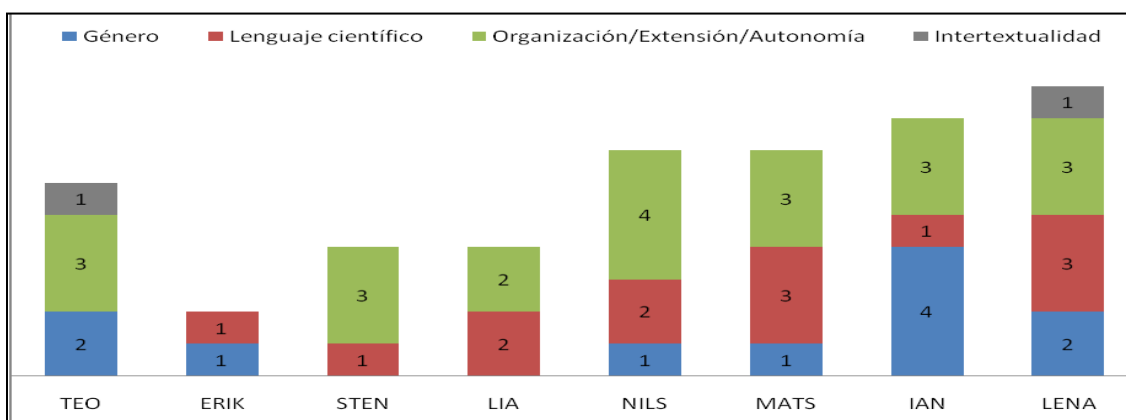
## 9.4. Resultados

### 9.4.1. .DISTRIBUCIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE EVALUACIÓN POR PARTICIPANTE PARA CADA DIMENSIÓN

Para obtener una impresión de la distribución de las frecuencias de ocurrencia de las categorías (partiendo de un máximo posible de cinco para cada categoría por participante, es decir, el número máximo de preguntas en las que puede comentar o mencionar una categoría) presentamos las respuestas obtenidas para cada participante en cada dimensión.

#### 9.4.1.1. Apreciación general del texto

**Gráfico 9.1. Apreciación general del texto**

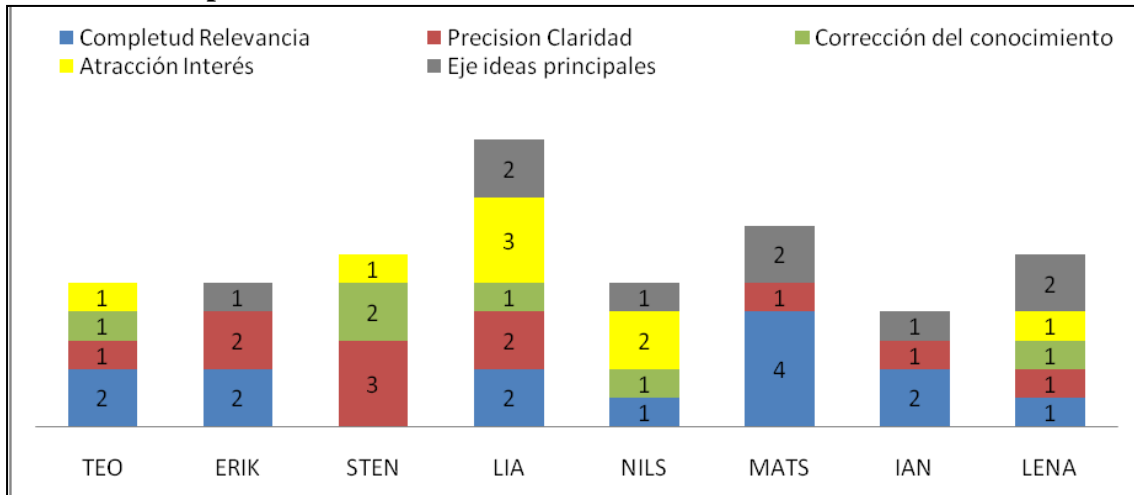


El gráfico de barras 9.1. *Apreciación General*, nos muestra que no hay marcadas diferencias entre las respuestas de los participantes, todos los participantes introdujeron comentarios sobre al menos dos aspectos genéricos, siendo la organización la categoría que prácticamente todos los participantes mencionaron (7/8). “Género” es mencionada por la mayoría (6/8), por lo que consideramos que es un aspecto que valoran al abordar un texto, podríamos decir incluso que consideran a este tipo de textos como un género en sí mismo, como ya lo habíamos adelantado en nuestras hipótesis. En el mismo sentido, el lenguaje científico, categoría muy ligada al género, también es considerado por todos los participantes salvo TEO.

Por último NILS, LENA, MATS e IAN son los que consideran la mayor cantidad de categorías respecto a esta dimensión.

#### 9.4.1.2. Aspectos Retórico-Temáticos

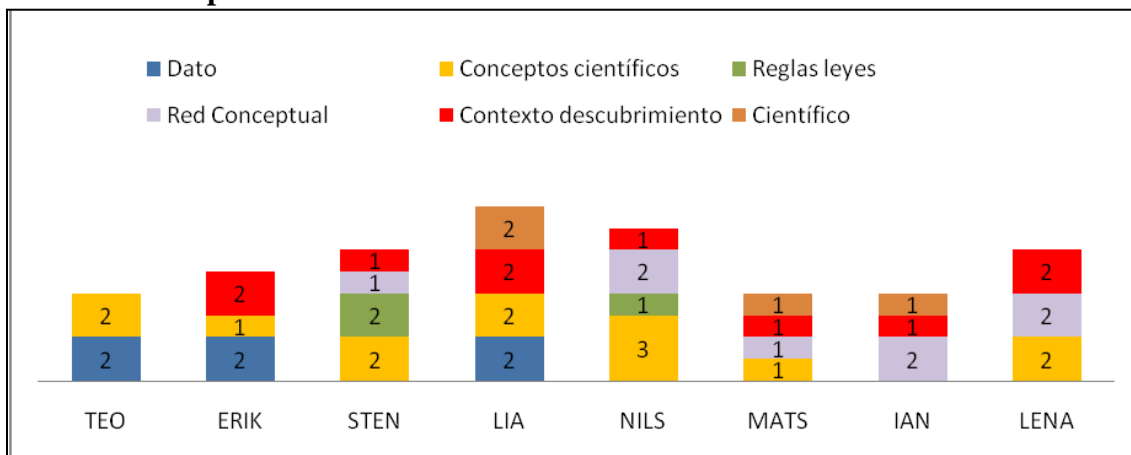
**Gráfico 9.2. Aspectos Retórico-Temáticos**



En el gráfico 9.2. volcamos los resultados obtenidos para la dimensión “Aspectos Retórico-Temáticos”, en el que tampoco vemos notables diferencias entre las respuestas de los participantes. En términos generales, todos (menos STEN) consideran la categoría “*Completud y Relevancia*”. Todos consideran por lo menos una de las categorías de los dos grupos (las tres primeras categorías enfocadas en el conocimiento y las otras dos en el lector).

### 9.4.1.3. Aspectos temáticos

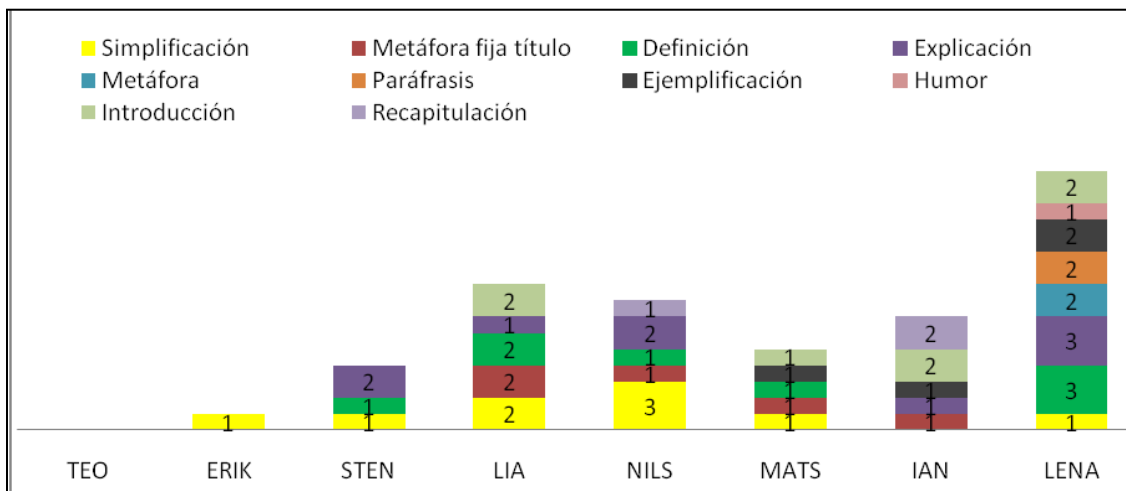
**Gráfico 9.3. Aspectos temáticos**



En este gráfico -9.3.- vemos que TEO, ERIK y LIA valoran la categoría “*Dato*” y todos, menos IAN valoran la categoría “*Conceptos científicos*”. La categoría “*Reglas y leyes*” sólo es valorada por NILS y STEN. “*Red conceptual*” es valorada por la mayoría, salvo por TEO, ERIK y LIA. Todos, salvo TEO, consideran “*Contexto de descubrimiento*”. “*Científico como persona*” es valorada por LIA, MATS e IAN. Resumiendo, no vemos grandes diferencias tampoco en la dimensión de Aspectos Retórico-Temáticos, salvo que TEO y ERIK valoran sólo “*Datos*” y “*Conocimientos científicos*” (aunque ERIK agrega también el “*Contexto de descubrimiento*”). No se aprecian grandes diferencias entre el resto de los participantes.

#### 9.4.1.4. Recursos retóricos

**Gráfico 9.4. Recursos Retóricos**

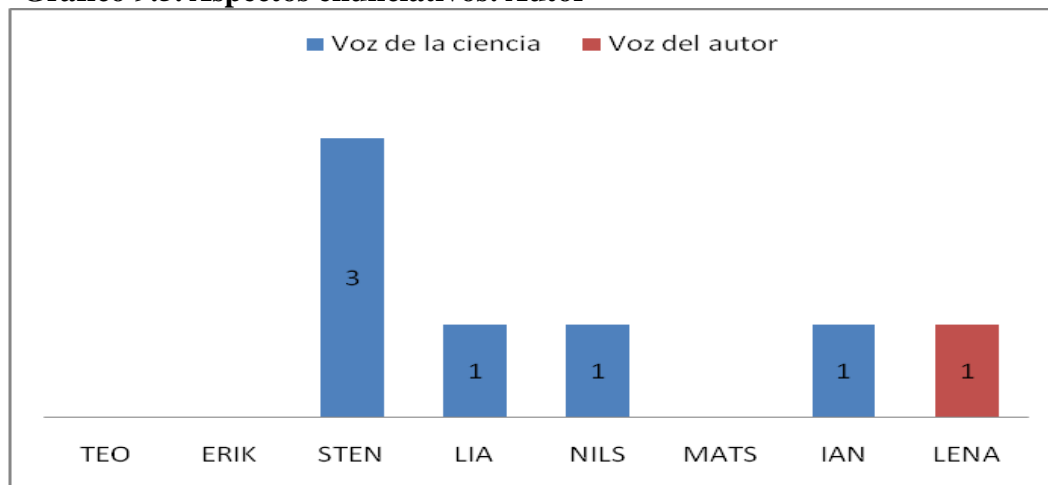


El gráfico 9.4. muestra la cantidad de recursos retóricos diferentes nombrados por cada uno de los participantes. LIA, NILS y LENA son los que más recursos mencionan. La diferencia está dada principalmente entre TEO y ERIK y el resto de los participantes. El único recurso considerado por estos dos participantes es “Simplificar”.

En esta dimensión, los únicos que consideran la categoría “*Ejemplificación*” son LENA, MATS e IAN. Vale la pena destacar que es LENA la única que valora recursos tales como la metáfora, la paráfrasis y el humor. Vemos que más allá del tipo de recursos considerados, también hay diferencias en la cantidad de recursos mencionados.

#### 9.4.1.5. Aspectos enunciativos: Autor

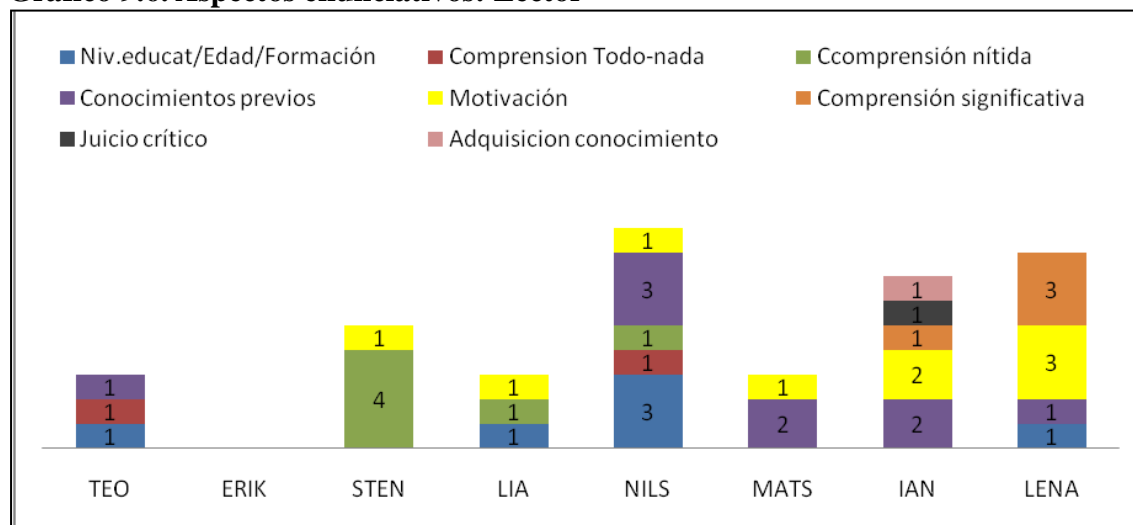
**Gráfico 9.5. Aspectos enunciativos: Autor**



El gráfico 9.5. muestra la valoración de las distintas voces dentro del texto (Voz de la ciencia y voz del autor). La voz de la ciencia es considerada solamente por tres participantes: STEN, LIA, NILS e IAN. Mientras que LENA es la única que valora la voz del autor, mencionado la importancia de incluir comentarios del autor para hacer más accesible el texto.

#### 9.4.1.6. Aspectos enunciativos: Lector

**Gráfico 9.6. Aspectos enunciativos: Lector**



En el gráfico 9.6. podemos apreciar que los procesos del lector, considerados por nosotros como más elaborados, -*Comprensión significativa, Juicio Crítico y Adquisición*

*de conocimiento*- son únicamente mencionados por LENA e IAN.

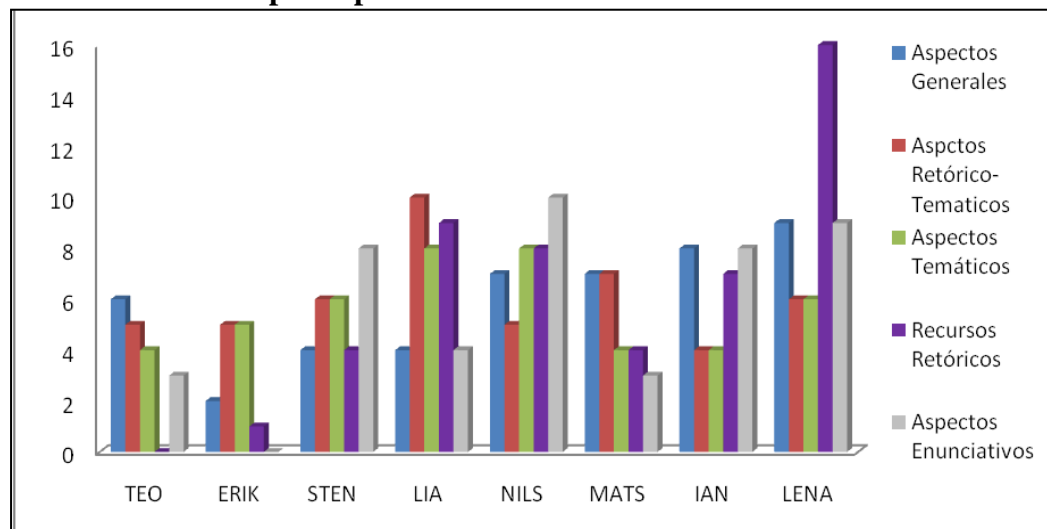
TEO y ERIK, sólo mencionan estados y competencias del lector como la edad, nivel educativo, formación y los conocimientos previos. Acerca del tipo de comprensión del lector mencionan “*Comprensión todo-nada*”, considerada por nosotros como menos sofisticada, ya que estaría basada en una concepción dualista del conocimiento. Salvo éstos dos participantes, los demás consideran la motivación. Asimismo, LIA, NILS y STEN valoran la categoría “*Comprensión nítida*” como tipo de comprensión, un tipo de comprensión algo más sofisticada que la que denominamos “*Todo-Nada*” ya que incorpora las características del lector como factor interviniente.

El gráfico 9.7. *Participante por Dimensión*, nos ofrece un panorama de la medida en que cada participante consideró cada dimensión en su evaluación. Las frecuencias informan el resultado de la suma de las categorías distintas que cada participante al interior de cada dimensión (recordamos que eran cinco: *Apreciación General del texto*, *Aspectos Retórico-Temáticos*, *Aspectos Temáticos*, *Recursos Retóricos*, *Aspectos Enunciativos*).

A partir de la lectura del gráfico podemos apreciar que no hay marcadas diferencias en las respuestas en la mayoría de los participantes. La diferencia está principalmente en las respuestas de TEO y ERIK, siendo los que menos aspectos consideran. Si bien en los demás participantes se puede ver que consideran más aspectos, nos interesa explorar si la medida en que los diversos participantes atienden a los diversos aspectos reunidos de cada dimensión presenta asociaciones con los Perfiles obtenidos como resultado de la Fase 1.

#### 9.4.1.7. Participantes por Dimensión

**Gráfico 9.7. Participante por Dimensión**



#### **9.4.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS SIMPLES**

Para el análisis de los resultados consideramos los tres primeros ejes factoriales, que explican el 89,97% de la variabilidad de los datos.

**Tabla 9.2. Valores propios y porcentaje de inercia de cada eje factorial**

Número	Valor propio	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	0,1649	55,40	55,40
2	0,0669	22,49	77,90
3	0,0359	12,07	<b>89,97</b>
4	0,0138	4,65	94,62
5	0,0081	2,73	97,34
6	0,0069	2,32	99,67
7	0,0010	0,33	100,00

Recordamos que la contribución media se obtiene dividiendo 100 por la cantidad de categorías activas en la variable activas, que en este caso es 12,50 ( $100/8=12,50$ ) tanto para la variable *Evaluación* como para la variable *Participante*. La calidad de representación se obtiene a partir de los cosenos cuadrados, que deben ser menores o iguales a 30 en los dos ejes que conforman el plano analizado. En la Tabla 9.3.

informamos la contribución de cada una de las categorías de la variable *Evaluación* a cada uno de los tres primeros ejes factoriales y en la Tabla 9.4. los cosenos cuadrados de las frecuencias. En la Tabla 9.5. hacemos lo propio con las contribuciones de la variable *Participante*, indicando aquellas que superan la contribución media y además obtienen una buena calidad de representación. En la tabla 9.6. informamos los cosenos cuadrados de las frecuencias de la variable *Participante*. Finalmente en la Tabla 9.7. informamos el valor test de la variable ilustrativa *Perfil conceptual*, marcando en negrita los que superan el valor absoluto ( $=<\pm 1,96$ ,  $p<.05$ ).

Por último la Tabla 9.8. informa la calidad de la representación de las variables ilustrativas de carácter continuo (para estas tipo de variables ilustrativas el ACS no es posible obtener un valor test).

**Tabla 9.3. Contribución de las modalidades activas de la variable *Evaluación* a los ejes factoriales**

	X	Y	Z
<b>Etiqueta de la variable</b>	<b>Eje 1</b>	<b>Eje 2</b>	<b>Eje 3</b>
AGénero/Lenguaje	3,71	14,71	1,93
AGorg/intertextualidad	0,79	9,28	51,80
RT contenido	11,58	12,12	19,06
RT lector	0,16	13,53	0,46
Tdato/concepto/leyes	30,65	0,04	2,46
Tred/contexto/científico	2,39	0,96	20,69
RRsimp/mf/def/exp	0,34	47,33	2,04
RRmet/para/eje/hu/int/rec	50,37	2,03	1,55

**Tabla 9.4. Cosenos cuadrados de las frecuencias activas de la variable *Evaluación***

<b>Etiqueta de la variable</b>	<b>Eje 1</b>	<b>Eje 2</b>	<b>Eje 3</b>
Genero/Lenguaje	0,30	0,48	0,03
Org/intertextualidad	0,05	0,22	0,65
RT contenido	0,52	0,22	0,19
RT lector	0,02	0,58	0,01
Tdato/concepto/leyes	0,88	0,00	0,02
Tred/contexto/científico	0,27	0,04	0,52
RRsimp/mf/def/exp	0,02	0,91	0,02
RRmet/para/eje/hu/int/rec	0,92	0,02	0,01



**Tabla 9.5. Contribuciones de las modalidades de la variable *Participante***

Identificador	X Y Z		
	Eje 1	Eje 2	Eje 3
TEO	21,08	30,67	22,36
ERIK	9,59	2,24	44,31
STEN	14,71	0,27	0,43
LIA	1,27	27,09	5,54
NILS	1,35	17,68	13,35
MATS	0,34	4,58	5,42
IAN	22,06	17,08	2,27
LENA	29,59	0,38	6,30

**Tabla 9.6. Cosenos cuadrados de la variable *Participante***

Identificador	X Y Z		
	Eje 1	Eje 2	Eje 3
TEO	0,54	0,32	0,12
ERIK	0,44	0,04	0,44
STEN	0,80	0,01	0,01
LIA	0,08	0,72	0,08
NILS	0,09	0,50	0,20
MATS	0,05	0,28	0,17
IAN	0,72	0,23	0,02
LENA	0,87	0,00	0,04

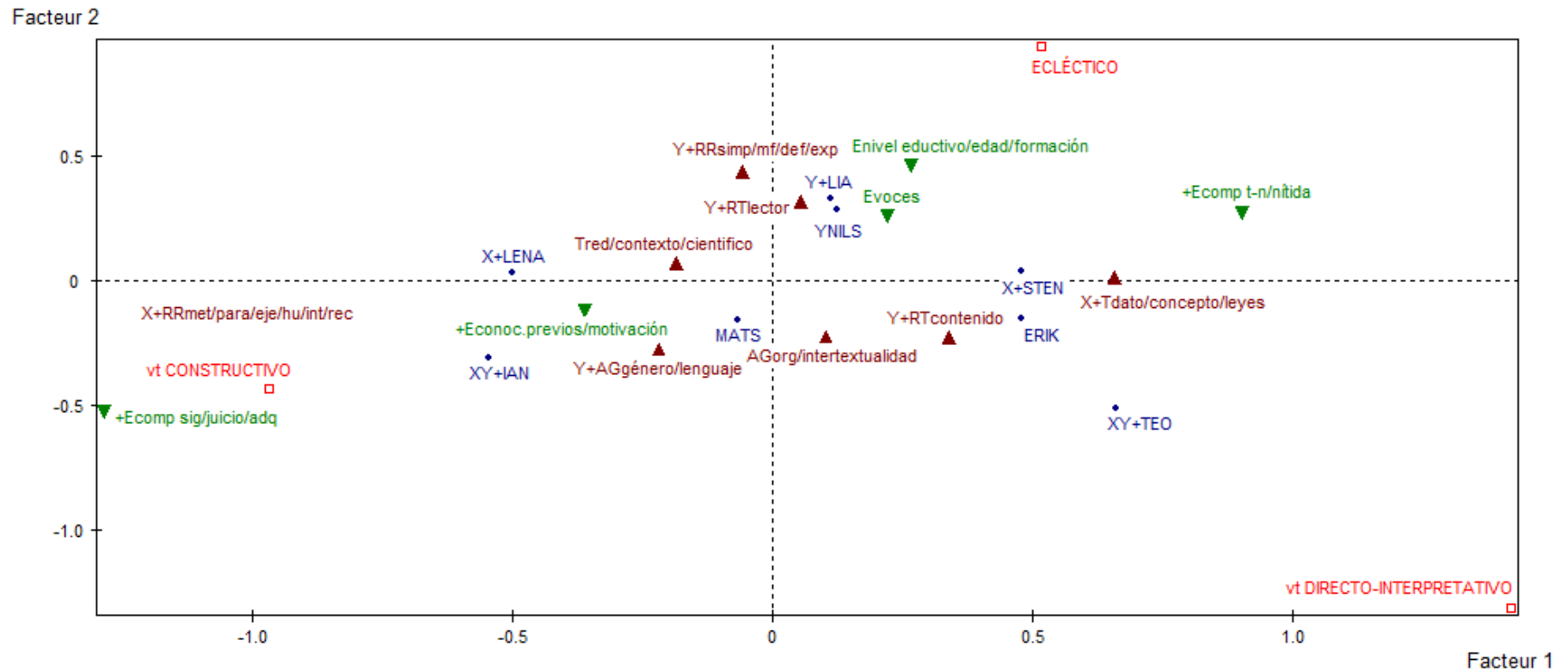
**Tabla 9.7. Valores test de la variable ilustrativa *Perfil conceptual***

Etiqueta	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Directo-Interpretativo	2,17	-2,01	-0,43
Ecléctico	1,06	1,92	0,32
Constructivo	-1,98	-0,89	-0,11

**Tabla 9. 8. Cosenos cuadrados de las modalidades de la variable *Evaluación***

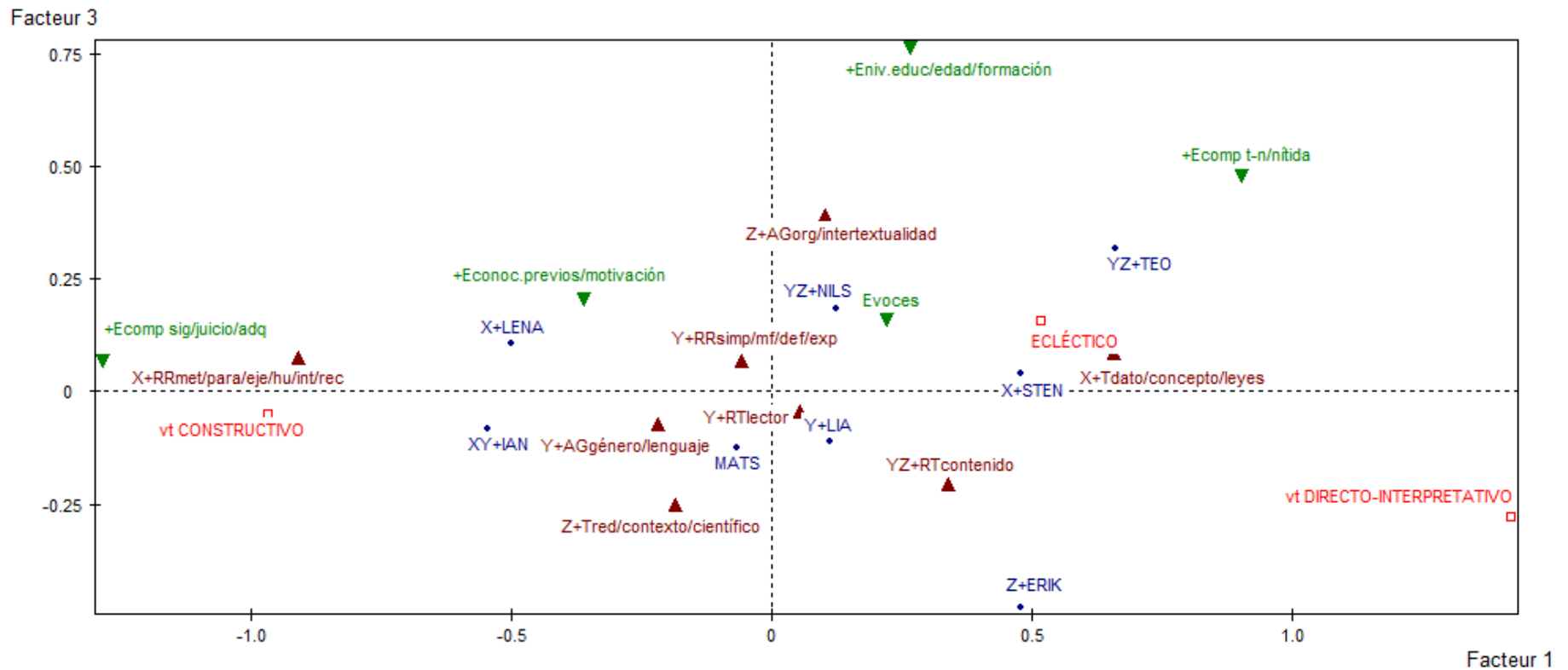
Etiquetas	Puntos relativos	Distancia al origen	X Y Z		
			Eje 1	Eje 2	Eje 3
Evoces	3,70	1,27494	0,04	0,05	0,02
Eniv.educt/edad/formación	3,17	1,41125	0,05	0,15	0,41
Econoc.previos/motivación	9,52	0,31886	0,41	0,04	0,13
Ecompt-n/nítida	4,23	2,09214	0,39	0,04	0,11
Ecompsig/juicio/adquisición	3,17	2,33137	0,71	0,12	0,00

**Gráfico 9.8. Plano Factorial conformado por los Ejes 1 y 2**

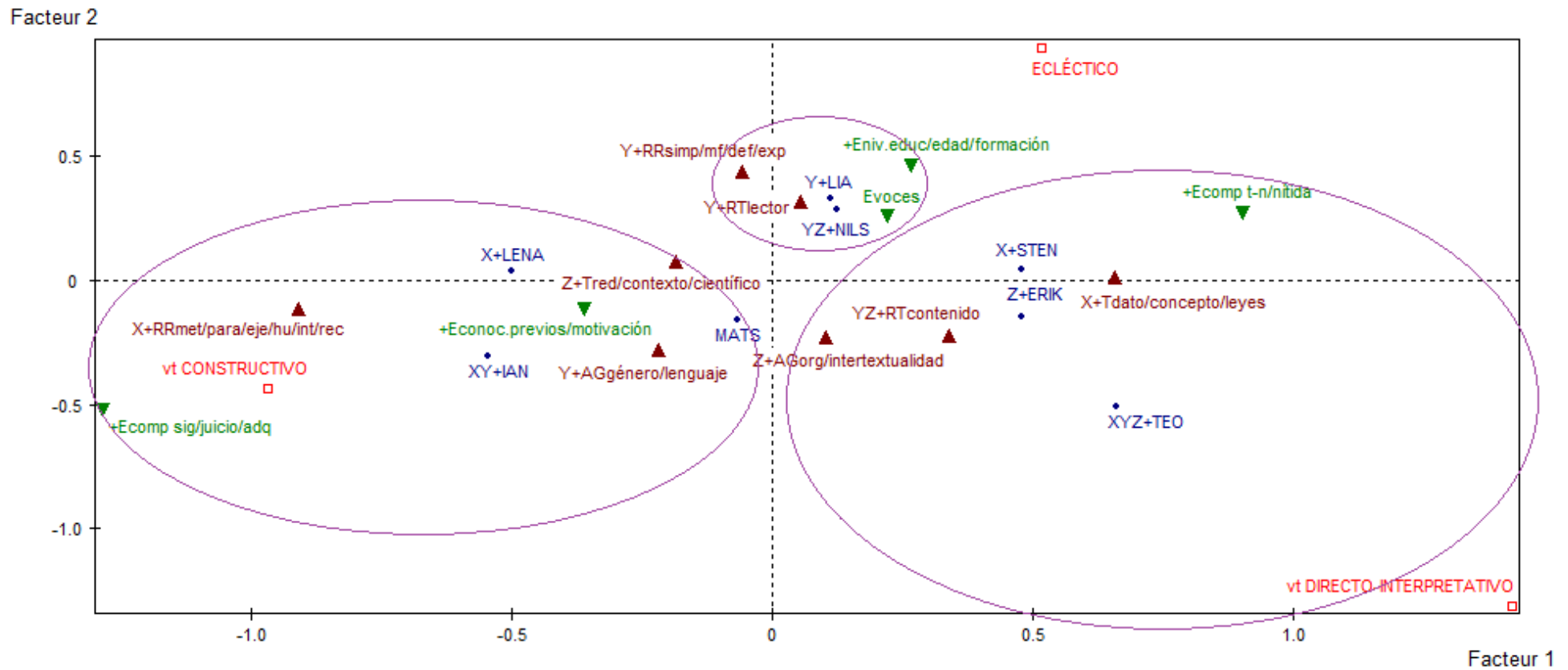


(En azul e imprenta ubicamos las modalidades de la variable *Participantes*. En rojo oscuro y minúsculas, las modalidades activas de la variable *Evaluación* y en verde las modalidades ilustrativas. En rojo e imprenta las modalidades de la variable categórica *Perfil Conceptual*. La letra X indica aquellas modalidades activas que superan las contribuciones medias al eje 1, en tanto que la letra Y aquellas que contribuyen al eje 2 y la Z al eje 3. El signo + indica aquellas modalidades que están bien representadas.

**Gráfico 9.9. Plano factorial conformado por los Ejes 1 y 3**



**Gráfico 9.10. Plano factorial con indicación de los tres grupos**



En el primer plano factorial correspondiente a los ejes 1 y 2 (Gráfico 9.8.), los participantes emblemáticos del Perfil *Constructivo* aparecen proyectados en el semiplano izquierdo y los participantes de los otros dos Perfiles aparecen proyectados en el semiplano derecho, de forma tal que los caracterizados como *Eclécticos* se encuentran en el cuadrante superior derecho y los del Perfil *Directo-Interpretativo* en el inferior derecho.

Considerando los requerimientos estadísticos (Crivisqui, 1993), sobre la base del análisis de los dos planos factoriales presentados, distinguimos tres principales grupos de asociaciones entre participantes y modalidades de evaluación, ilustrados por las modalidades de evaluación ilustrativas y el Perfil Conceptual de los Participantes.

A continuación describimos los grupos, que a nuestro entender dan cuenta de lo que hemos denominado Perfiles Evaluativos, en tanto surgen del análisis de sus criterios de evaluación:

- **Grupo 1, Perfil Evaluativo Directo-Interpretativo** (se ubica en el cuadrante inferior derecho del primer plano factorial): Caracterizado por los participantes ERIK, TEO y STEN y por aquellos comentarios de los participantes que versan sobre los datos, conceptos y leyes correspondientes a la dimensión Aspectos Temáticos y por referencias a aspectos Retórico-Temáticos orientados al contenido. Este grupo está ilustrado por el Perfil conceptual Directo-Interpretativo y la referencia a aspectos enunciativos del lector en términos de la comprensión absoluta o en términos dicotómicos.
- **Grupo 2, Perfil Evaluativo Ecléctico** (ubicado en la zona central del semiplano superior): Caracterizado por LIA y NILS y las referencias a Aspectos Retórico-Temáticos orientados al lector, así como los Recursos Retóricos de simplificación y reducción y del conocimiento: Simplificación, Metáfora fija para el título, Definición y Explicación. Se encuentra ilustrado por las referencias al nivel educativo, edad y formación de los lectores del artículo evaluado.
- **Grupo 3, Perfil Evaluativo Constructivo** (ubicado en el semiplano

izquierdo): Caracterizado por los participantes LENA e IAN y las referencias a la dimensión **Apreciación General** en lo que respecta al Género específico y al tipo de lenguaje adecuado en función del género divulgativo. También referencias a recursos retóricos referidos a la ampliación del conocimiento y transposición: metáforas, paráfrasis, ejemplificación, humor, introducción y recapitulación, así como por comentarios relativos a los conocimientos previos y/o motivación del lector. Lo ilustra el tipo de procesos cognitivos del lector de comprensión significativa, adquisición de conocimiento y/o juicio crítico y el Perfil Conceptual Constructivo.

- **Grupo 4:** Integrado por el participante que no respondió a la tarea (OLAF) y por MATS, cuya contribución a los tres ejes factoriales no alcanzó la contribución media.

El plano factorial conformado por los Ejes 1 y 3 (Gráfico 9.9.), confirma el **Grupo 1 (Perfil Evaluativo DI)** en prácticamente en todos sus componentes, sumando la referencia a la organización e intertextualidad de la variable **Apreciación General** del texto. Respecto al **Grupo 3 (Perfil Evaluativo Constructivo)** agregando además los aspectos temáticos que establecen puentes y relaciones de comprensión (la categoría Tred/contexto/científico de la dimensión Aspectos Temáticos).

Los resultados de la ACS revelan que la evaluación de los textos de divulgación por los ocho participantes configura tres patrones diferenciados, en cada uno de los cuales pueden reconocerse claramente uno de los tres Perfiles Conceptuales identificados entre los 71 participantes de la Fase 1. Este reconocimiento surge de una diversidad de criterios: las categorías específicas a partir de las que evalúan prácticamente todas las dimensiones, los participantes que se les asocian y los Perfiles Conceptuales (según el análisis de la Fase 1). No se trata de que cada Perfil Evaluativo se centre en dimensiones distintas sino que la variación está en la forma de aproximarse a él. Efectivamente los tres Perfiles Evaluativos revelan formas particulares de apreciar los aspectos temáticos, retóricos y enunciativos, y dos de ellos, además, por la apreciación general del texto. Las excepciones serían que los Participantes del Perfil Evaluativo DI no tienen en cuenta los aspectos enunciativos, sino que se centran en

aquellos aspectos más formales en cuanto a la estructura de un texto y a lo conceptual del contenido. Creemos que para este tipo de texto es muy importante atender estos aspectos, pero el hecho de no considerar recursos vinculados con la transacción del conocimiento y las particularidades de cada lector, conduce a no cuestionar textos que pueden ser de difícil comprensión para un público lego.

De acuerdo al objetivo E planteado en el Capítulo 5, podríamos situar a estos tres Perfiles Evaluativos en un gran abanico de posturas con grados diferentes de profundidad y sofisticación respecto a la evaluación de textos de divulgación científica. Así, en el colectivo estudiado de físicos formados y activos especialmente en investigación y con cierta actividad en divulgación (pero sin una formación específica con la relativa excepción de MATS, quien cuenta con una Maestría en Historia y Filosofía de la ciencia y LENA, con un curso de periodismo científico de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, Argentina) las formas en que abordarían la evaluación de un texto de divulgación se extienden desde un polo más centrado en la transmisión a uno más transaccional (Yore, Hand y Florence, 2004).

Efectivamente el Perfil Evaluativo Directo-Interpretativo se ubicaría en un polo centrado en contenidos fragmentados que dan cuenta de los resultados acabados, generales y normativos de la ciencia y en recursos que buscan transmitir esos conocimientos a un lector cuyos valores epistémicos valoran en términos dicotómicos. Resulta esperable que en este polo se ubiquen los participantes que en la fase anterior habían evidenciado un Perfil Conceptual Directo-Interpretativo para la divulgación y educación científicas (TEO Y ERIK), pero notemos también que se ubicó en este polo STEN, uno de los participantes identificado como Eclético, cuyas respuestas al cuestionario de la Fase 1 combinaron elecciones correspondientes a la teorías Directa, Interpretativa y a la Constructiva. Suponemos que el hecho de que este participante se ubique ahora en este Perfil evaluativo se explica por el hecho de depender del tipo de tarea que los involucra de maneras distintas y de la manera en que ellos se manifiestan.

El Perfil Evaluativo Constructivo estaría en el otro extremo, atento a la posibilidad

de valerse de una gran cantidad de recursos retóricos para acercar una ciencia articulada, contextualizada y en proceso a un lector activo que debe poner en juego no solo sus conocimientos previos sino también procesos de reelaboración y tomas de posición. Desde este polo se evidencia también una particular atención a que los textos de divulgación requieren rasgos específicos y lenguajes que conforman un género particular, distinto del académico y/o del escolar. Nuevamente es esperable que quienes se ubiquen en este polo sean participantes identificados como constructivos en la fase anterior, tal como efectivamente sucedió con IAN y LENA. Sin embargo esto no sucede para todos ellos, ya que MATS, no contribuye a este grupo –aunque tampoco a ningún otro–. Suponemos que una explicación a la situación de este participante, pueda deberse a que la tarea del cuestionario de la Fase 1, implicaba la elección de opciones y la tarea de referato, en cambio, implicó el desarrollo de la propia postura frente a preguntas pautadas. Con esto queremos decir que suponemos que la formación adicional con la que este participante cuenta, no ha llegado a modificar sus posturas epistemológicas, quedando, de momento, en el plano discursivo en relación a lo indagado por nosotros.

Entre estos dos polos se ubica la recomendación de recursos que atraigan al lector del que se tiene en cuenta sus características objetivas como la edad, nivel educativo y formación y que vertebren y simplifiquen las ideas para hacer las ideas presentadas. En este grupo se ubican dos de los participantes que en la Fase 1 identificamos como Perfil conceptual Ecléctico en tanto aunaban visiones de las tres teorías del aprendizaje, que son NILS Y LIA.

Según lo planteado en el Capítulo 5, objetivo G, suponíamos que la divulgación científica sería considerada un género en sí mismo, dado que tiene objetivos específicos para los cuales utilizaría recursos diversos. La mayoría de los participantes considera la categoría Género, aunque vinculándolo a recursos distintos. Asimismo vemos, en términos generales, que se cumple nuestra anticipación acerca de la asociación Perfil Conceptual para la educación y la divulgación científicas, por una parte y el Perfil Evaluativo de un texto, por otra. Esto sugeriría que operan unas teorías implícitas del



Aprendizaje en los contextos de aplicación considerados. Por lo expuesto hasta aquí podemos afirmar que la tarea y el sistema de categorías diseñado para este análisis contribuyen a comprender la valoración que los evaluadores priorizan y consideran al evaluar un texto para su publicación.

En el próximo Capítulo presentamos la última tarea de esta Fase y de este estudio, en la que analizamos textos de los nueve participantes y los vinculamos con los resultados obtenidos hasta aquí.



## **CAPÍTULO 10**

### **CUANDO LOS FÍSICOS ESCRIBEN PARA DIVULGAR**

#### **Análisis de las concepciones sobre el texto divulgativo a través del estudio de textos**

En este capítulo vamos a analizar el texto de divulgación que cada uno de los nueve participantes en la Fase 2 de nuestro estudio ha elegido como el mejor texto de divulgación de su autoría. Como hemos indicado en los capítulos anteriores, los nueve investigadores en Física se dedican a la divulgación en diferente modo y medida: algunos han escrito sólo un par de textos y otros, quienes tienen a la divulgación como una de sus principales ocupaciones laborales, han escrito una cantidad considerable. Nuestro objetivo (Objetivo F, Capítulo 5) para esta tarea es la de explorar si y cómo se manifiestan los Perfiles Conceptuales en la composición de textos de divulgación, es decir, la relación entre las concepciones y las prácticas de producción textual, así como la relación con los Perfiles Evaluativos que hemos identificado mediante el análisis de la tarea de Referato (Objetivo G). Presentaremos primero la metodología de relevamiento de información y los recursos de análisis para abordar estos materiales escritos que, como veremos, son muy diversos (apartado 10.1). Luego presentaremos los resultados (apartado 10.2), relacionándolos con los Perfiles Conceptuales que los participantes evidenciaron en la tarea del cuestionario en la Fase 1 del estudio, así como con el Perfil Evaluativo que evidenciaron en la tarea del Referato, correspondiente a la Fase 2.

#### **10.1. Método**

##### **10.1.1. PROCEDIMIENTO DE RECOGIDA DE LA INFORMACIÓN: LOS TEXTOS**

Para esta tarea solicitamos a los participantes que nos facilitaran un texto de su autoría. En caso de contar con más de uno, que eligieran “el que consideraban como mejor texto divulgativo”. Este pedido se realizó individualmente a cada uno de ellos (personalmente o por correo electrónico), luego de que nos hubieran enviado su evaluación del texto *El Experimento de Cavendish* (ver Capítulo 9).

Todos los participantes enviaron sus textos por correo electrónico. Algunos enviaron varios, sin especificar cuál consideraban mejor, por lo que hubo un intercambio de correos electrónicos para solicitarles que fueran ellos mismos quienes definieran la elección y no nosotros. Nos encontramos así con nueve textos publicados en distintos soportes, referidos a distintas temáticas, con extensión y objetivos diversos. Algunos fueron escritos para la prensa, otros como capítulo de libro y otros son artículos que se publicaron en revistas de divulgación o páginas web; pero todos surgieron con el propósito divulgativo para todo público. En la Tabla 9.1. clasificamos los textos según el tema, e informamos cantidad de palabras totales y distintas, diversidad léxica, lugar y año de publicación. Calculamos la cantidad de palabras totales de cada texto, así como la cantidad y porcentaje de palabras distintas, por medio del Software Wolfram Mathematica 7.0 (for student) y del programa SPAD 5.5.

**Tabla 10.1. Una primera presentación del texto por autor: tema, cantidad de palabras totales y distintas, diversidad léxica, soporte y año de publicación. No consignamos la referencia bibliográfica completa para mantener el anonimato del autor (DC= Divulgación científica)**

Nombre	Tema	Cantidad Total de Palabras	Cantidad Palabras Distintas	% Diversidad Léxica	Soporte de Publicación	Año
TEO	Caos	676	309	45,7	Página web personal del autor	2007
ERIK	Grabación	3305	1085	32,8	Revista de DC	2005
OLAF	Nanotecnología	931	453	48,7	Capítulo de libro de autoría del participante	2010
STEN	Ciencia y Cultura	4564	1470	32,2	Revista electrónica universitaria	2004
LIA	Nanotecnología	1032	428	41,5	Revista de DC	2003
NILS	Encuestas	925	416	45	Revista de Educación en Ciencias para Docentes y Alumnos	2006
MATS	Fenómeno meteorológico	689	331	48	Periódico regional	2005
IAN	Fuentes de Energía	2543	1106	43,5	Revista de DC	2006
LENA	Color del agua-Óptica	669	315	47,1	Revista museo ciencias	2007

Vemos en la Tabla 10.1., que los escritos abordan desde temas de Sociología de la Ciencia (STEN), hasta temas muy específicos de la Física Cuántica (LIA), o la explicación de un raro fenómeno meteorológico ocurrido pocos días antes en una provincia argentina (MATS). También podemos apreciar que varía la extensión de los textos. Este dato no nos resulta informativo en sí mismo pues puede deberse a diversas circunstancias editoriales. El porcentaje de diversidad léxica no muestra una gran diferencia entre los participantes, ya que para la mayoría el mismo se ubica entre un 41,5% y un 48,7%, con la excepción de dos textos que se ubican por debajo, con 32,2% y 32,8%. Según los parámetros habituales los textos largos presentan una menor diversidad léxica, porque las palabras comienzan a repetirse (Lebart, Salem y Bécue Bertaut, 2000).

### **10.1.2. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE LOS TEXTOS**

Luego de varias lecturas exhaustivas de los textos, para facilitar el análisis procedimos a segmentarlos, según su superestructura expositiva en las tres partes en que suelen segmentarse las narrativas tradicionales: Inicio, Desarrollo y Conclusión o Cierre (Morales, Cassany y González Peña; 2007), tal como hemos revisado en el Capítulo 4.

Repasando parte de lo expuesto en el Capítulo 4, cada una de estas partes tienen objetivos específicos en el texto de carácter expositivo y didáctico, como son los materiales que nos ocupan (Sánchez Miguel, 1996; 1999; Gárate Larrea, 1994):

- La Introducción, Encabezamiento o Inicio, busca principalmente interesar al lector y anunciar el tema, es decir aquello de lo que el discurso trata.
- El Desarrollo o Cuerpo del texto sirve justamente para desarrollar el tema y generar avances. Esto puede hacerse por medio de varios recursos: justificaciones, ejemplos, ampliaciones, explicaciones, evaluaciones de otros textos, respuestas a imaginadas objeciones del lector, etc. También pueden combinarse algunos de estos recursos, incluyendo ejemplos o anécdotas en una explicación, por ejemplo. Para ayudar al lector a seguir la manera como el autor razona, puede destacarse la forma cómo se van a organizar las ideas.

- Por último, la Conclusión o Cierre sirve para evaluar la información consignada o para mostrar los caminos posibles que podría seguir el lector para continuar buscando información sobre el tema en cuestión. Existe cierto acuerdo acerca de las formas habituales de concluir un texto:
  - Sintetizar: enumerar o repasar los puntos esenciales tratados.
  - Abrir: expandir el tema, dejarlo abierto para que el lector siga aportando al tema, a través de otras lecturas, textos, etc.
  - Combinación de las dos primeras formas, integrando sus potencialidades.

Para segmentar los textos en estas partes, tuvimos en cuenta los indicadores que acabamos de mencionar. La segmentación de los nueve textos fue realizada en forma independiente por la tesista y otra investigadora (una de las directoras). Los desacuerdos fueron resueltos mediante discusión. En el Anexo III pueden consultarse todos los textos analizados.

Nos interesa estudiar cómo los participantes que presentaron tres Perfiles Conceptuales distintos en su aproximación a la educación y a la divulgación científicas (según sus respuestas al cuestionario en la Fase 1) resuelven el Inicio, Desarrollo y Cierre en el texto de su autoría –seleccionado por ellos mismos como el mejor con fines divulgativos–. Para ello recurriremos a tres tipos de análisis, con la intención de acercarnos progresivamente a los modos en que los autores resuelven el desafío de escribir, en tanto expertos autorizados, para acrecentar el conocimiento de un público general, compuesto principalmente por no expertos. Nuestro objetivo es explorar las asociaciones si las hubiera, entre el Perfil Conceptual y el Perfil Evaluativo de los distintos participantes. Los dos primeros análisis se centran en el léxico utilizado en los textos en el Inicio, el Desarrollo y el Cierre, en tanto que el tercero aborda un enfoque discursivo. Los tipos de análisis implementados son:

- Densidad Académica
- Lexicometría

- Análisis de aspectos discursivos

#### **10.1.2.1. Densidad Académica**

El objetivo de este análisis es obtener un primer panorama de la ubicación de los textos en un continuo que podríamos trazar entre los polos academicismo–accesibilidad. En un primer paso consideramos para cada uno de los textos, lo que autores como Snow y Uccelli (2007) o Teberosky (2007) entienden por Densidad Académica. Entendemos que un texto será más o menos accesible para un lego, entre otros rasgos, en función de la cantidad relativa de términos desconocidos/familiares que contenga. Cuando los expertos en determinada área del conocimiento escriben un texto de divulgación, deben tener en cuenta que el tipo de discurso que para ellos es de uso diario y fácil comprensión (jerga, términos técnicos, fórmulas, etc.), no lo será para un lego. Suponemos entonces que una manera de abordar el análisis de esta cualidad en el tipo de textos que nos ocupa es por medio del análisis del tipo de lenguaje y términos que se utilicen en ellos.

Distinguimos dos tipos de Densidad Académica:

Densidad Especializada: Se refiere a aquellas palabras que son familiares para expertos del área pero no para personas legas. Además de las palabras técnicas, incluimos todas aquellas palabras que se encuentran explicadas en un glosario al final del artículo (o en notas en el pie de página) y palabras que están en otro idioma, sin traducción. La inclusión de las palabras en glosario se basa en que, dado que la explicación de esas palabras no forma parte del cuerpo del texto, su presencia interrumpe la fluidez de la lectura, complicando la comprensión del texto.

Densidad Escolar: Son aquellas palabras que consideramos comprensibles para alguien que cuente con una “cultura general alfabetizada”, suponiendo que son términos probablemente aprendidos (o por lo menos mencionados) en la educación formal, ya que se relacionan con temas presentes en los currículos de

nivel medio de enseñanza formal en nuestro país. Con esto último nos referimos a términos tales como: Newton, Darwin, Einstein, termodinámica, cuadrado de la función, energía, longitud de onda, onda, espectro visible, absorción, dispersión, etc.

En conjunto, la Densidad *Especializada* y la Densidad *Escolar* conforman la Densidad *Académica*. Asumimos que las palabras que no clasificamos en la categoría *especializadas* ni en la categoría *escolares* serían palabras propias del lenguaje cotidiano.

La identificación de palabras especializadas y escolares se realizó en forma manual, con el control de dos investigadoras. En el caso de desacuerdos que no se resolvieron mediante discusión, la palabra no era contabilizada en ninguna de esas categorías.

#### **10.1.2.2. Aproximación lexicométrica a los textos**

Con la intención de realizar un análisis más controlado y riguroso de las diferencias entre los perfiles Léxicos de los textos, más allá de las proporciones relativas entre palabras categorizadas como propias del léxico científico/escolar/cotidiano identificadas en el paso anterior, aplicamos la Lexicometría (Lebart, Salem y Bécue Bertaut, 2000) a los textos de los participantes por medio del programa SPAD 5.5. Este método utiliza diversos procedimientos, de los cuales aplicamos el Análisis de Correspondencias Simples (ACS), técnica que hemos explicado y aplicado en el Capítulo 9. En la Lexicometría, el ACS se aplica a unos tipos particulares de tablas de contingencia, denominados tablas léxicas y tablas léxicas agregadas. Como explicamos en breve, aplicamos el ACS a una tabla léxica, con el objetivo de analizar las asociaciones/oposiciones entre los perfiles de elecciones léxicas de los distintos participantes al componer cada una de las partes del texto –Inicio, Desarrollo, Cierre–, así como explorar las relaciones con sus modos de respuestas a las dos tareas anteriores: el Cuestionario que indagó concepciones acerca de la educación y divulgación científicas en la Fase 1 y el Referato del texto *El Experimento de Cavendish* en la Fase 2.



Es decir, analizar las relaciones entre:

- ❖ los Perfiles Léxicos de los participantes al producir cada una de las partes básicas de un texto divulgativo
- ❖ los Perfiles Conceptuales que evidenciaron respecto de la educación y la divulgación científica
- ❖ los Perfiles Evaluativos que manifestaron al evaluar un texto de divulgación.

Realizamos este análisis para cada parte del texto, a partir en cada caso de una tabla de contingencia conformada por:

- La variable Participante (nominal), compuesta por 9 filas, correspondientes a cada uno de los participantes (TEO, ERIK, OLAF, STEN, LIA, NILS, MATS, IAN y LENA).
- La variable Palabra (numérica o continua), compuesta por un número de columnas que equivale al de todas las palabras diferentes que aparecen en el corpus para la parte en cuestión (Inicio, Desarrollo y Cierre) con una frecuencia mayor a un umbral o filtro de frecuencia, que fue de 1 –uno– para el Inicio y el Cierre y 2 –dos– para el Desarrollo.
- Las variables Perfil Conceptual y Perfil Evaluativo (nominales). Dos columnas informan el modo en que se comportaron los participantes en cada una de las dos tareas anteriores. La primera informa el Perfil Conceptual de cada participante en relación al Cuestionario, según la clase en la que fue ubicado a partir del método de Clasificación (ver Capítulo 7):
  - DI: Directo Interpretativo
  - DIC: Ecléctico
  - CONS: Constructivo

La segunda columna informa el modo de respuesta del participante (Perfil Evaluativo) en la tarea de Referato, considerando el grupo en el que resultó contributivo a partir del ACS (ver Capítulo 9):

- Ref1: Grupo 1 (Perfil Evaluativo Directo-Interpretativo)
- Ref2: Grupo 2 (Perfil Evaluativo Ecléctico)
- Ref3: Grupo 3 (Perfil Evaluativo Constructivo)
- Refn: Creamos esta modalidad de la variable Referato para describir a los dos participantes que no resultaron asociados a grupo alguno, pues para aplicar este análisis todos los individuos deben presentar información para cada variable. Se trata de MATS, cuya contribución a la conformación de los planos factoriales no superó la contribución media, y de OLAF, quien no realizó esta tarea.

En el ACS de la tabla léxica se consideraron las variables Participante y Palabras como variables activas y las variables Perfil Conceptual y Perfil Evaluativo como variables ilustrativas.

Los resultados del ACS se proyectan en planos factoriales, donde es posible visualizar la ubicación de los distintos participantes, de las categorías de las variables ilustrativas (en nuestro caso: DI, DIC, CONS para Perfil Conceptual; Ref1, Ref2, Ref3, Refn para Perfil Evaluativo) y, eventualmente, de las palabras. En función de nuestros objetivos en este paso y de la gran cantidad de palabras consideradas, decidimos no proyectar las palabras. En efecto, resulta imposible visualizarlas todas sobre el plano (incluso si sólo se marcaran aquellas cuya contribución supera la contribución media). Lo que es más importante para nuestro propósito es apreciar las proximidades y oposiciones de los participantes y sus categorías en los planos factoriales, como se explicó en el Capítulo 7 (apartado 7.3.1.) para el Análisis de Correspondencias Múltiples. Recordemos que se considera informativa la ubicación en los planos de los participantes que presenten una buena calidad de representación (según los cosenos cuadrados, cuyos valores en los dos ejes que conforman el plano analizado sumen  $\geq 20$ ) y cuya contribución a los ejes factoriales sea igual o superior a la contribución media.

En nuestro caso, ésta es 11,11 (resultado de dividir el 100% de la inercia total por la cantidad de participantes, 9). En cuanto a las categorías de las variables ilustrativas, se consideran solo aquellas cuyo valor test en uno o ambos de los ejes que conforman el plano factorial en cuestión sea  $\geq 1,96$ . En base a estos criterios de lectura de los planos, nuestro análisis se dedicó a detectar si los textos divulgativos de los participantes presentaban diferencias o proximidades léxicas de importancia estadística según su Perfil Conceptual y Perfil Evaluativo en alguna o todas las partes básicas: Inicio, Desarrollo, Cierre.

#### **10.1.2.3. Descripción de aspectos discursivos en los textos**

El último paso en el análisis fue considerar cada uno de los textos en su conjunto, intentando captar la forma en que cada uno de los participantes abordó cada una de las tres partes del texto y cómo las conectó entre sí al intentar comunicar por escrito un tema de su especialidad a un público no experto. Esta tarea nos resultó la más difícil de realizar de toda la investigación, dado que no podíamos juzgar los textos según su contenido (al no ser las investigadoras expertas en temas de Física). Sin embargo, nos interesaba no perder de vista los textos reales y originales, así como el soporte que los contiene.

Analizamos los textos de los nueve participantes de manera general para luego seleccionar el texto de uno de los participantes de cada Perfil Conceptual (DI, DIC y CONS) y analizarlo en forma cualitativa desde un punto de vista del análisis del discurso, considerando aspectos retóricos, temáticos y enunciativos. Luego, realizamos una comparación cualitativa de ese texto respecto a los otros dos textos de los participantes en ese mismo Perfil Conceptual. Tuvimos en cuenta las mismas categorías que elaboramos y sistematizamos en el análisis del Referato (ver 9.3.1.) para las últimas siguientes dimensiones: *Aspectos retórico-temáticos*, *Aspectos temáticos*, *Aspectos retóricos* y *Aspectos enunciativos*. Debido a que no nos propusimos realizar una calificación valorativa del texto, no consideramos la dimensión *Apreciación general del texto*. Remitimos para la descripción de estas cuatro dimensiones y sus categorías al Capítulo 9.

A fin de realizar el análisis discursivo de un texto de un participante de cada Perfil Conceptual, realizamos numerosos intentos de aplicación pormenorizada de las categorías desarrolladas en 9.3.1., como por ejemplo mediante segmentaciones y marcadores en el texto para cada tipo de recurso que se utilizaba. Buscábamos la manera de realizar un análisis exhaustivo y completo de los aspectos temáticos, retóricos y enunciativos, pero notamos que realizarlo por medio de un conteo de ocurrencias discretas resultaría poco confiable, pues no resulta siempre claro cuándo comienza y termina una ocurrencia en el texto, y por lo tanto si corresponde contarlo una vez o más. Además, sería posible que no registremos algunos aspectos temáticos, retóricos y enunciativos por nuestras propias limitaciones en el conocimiento disciplinar en Física. Por ello, preferimos restringir este análisis a una descripción cualitativa, sin incursionar en contabilizaciones. *A posteriori*, evaluamos que un análisis de mayor profundidad hubiera requerido el trabajo codo a codo con los autores (para cotejar sus intenciones) y esta tarea no les fue planteada de esa manera originalmente. Varios de los participantes eligieron como su “mejor texto” uno escrito algunos años antes, por lo que suponemos no tendrían muy presente muchas particularidades del texto o de su postura o cuestionamientos en el momento de componerlos.

Pese a estas limitaciones, encontramos que esta descripción exclusivamente cualitativa de aspectos discursivos echa una luz interesante sobre las formas en que los investigadores resuelven el desafío de comunicar su conocimiento experto a un público no experto, aportando así a los Objetivos F y G de esta Tesis (ver Capítulo 5).

## **10. 2. Resultados**

### **10.2.1. DENSIDAD ACADÉMICA**

#### **10.2.1.1. Densidad de cada parte del texto**

Encontramos una gran diferencia entre los porcentajes de palabras especializadas y palabras escolares o propias de una cultura general alfabetizada sobre las palabras totales del texto (ver Tabla 10.2.). Éstos se obtienen a partir del conteo realizado según lo explicado en 10.1.2.1. de Palabras especializadas (técnicas, en Glosario, en otro

idioma) y Palabras escolares, y de su subsiguiente división por el número total de palabras en el texto.

**Tabla 10.2. Densidad especializada, escolar y académica en los textos de los nueve participantes.**

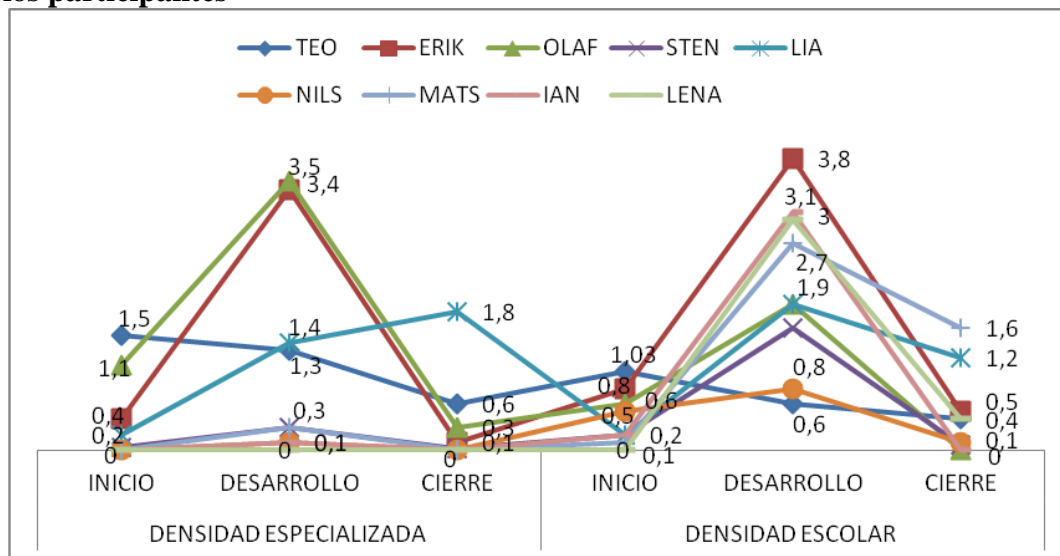
PARTICIPANTES	PALABRAS TOTALES	Palabras especializadas			DENSIDAD ESPECIALIZADA (palabra técnicas + palabras glosario + palabras otro idioma / palabras totales) %	PALABRAS ESCOLARES	DENSIDAD ESCOLAR (palabras escolares / palabras totales) %	DENSIDAD ACADÉMICA (Densidad Especializada + Densidad Escolar) %
		PALABRAS TÉCNICAS	PALABRAS EN GLOSARIO	PALABRAS EN OTRO IDIOMA				
TEO	676	23	0	0	3,4	14	2,1	5,5
ERIK	3305	128	16	0	3,9	169	5,1	9
OLAF	931	37	6	3	4,9	24	2,6	7,3
STEN	4564	18	1	0	0,4	88	1,9	2,3
LIA	1032	36	0	0	3,5	35	3,4	6,9
NILS	925	1	0	0	0,1	14	1,5	1,6
MATS	689	2	0	0	0,3	31	4,4	4,8
IAN	2543	1	0	2	0,1	85	3,3	3,4
LENA	669	0	0	0	0	23	3,4	3,4

En la Tabla 10.2. se puede apreciar que los tres textos con mayores porcentajes de lo que hemos llamado *Densidad Académica* son los de TEO, ERIK, OLAF y LIA. Al interior de la tabla, encontramos algunas diferencias importantes. El texto de ERIK es el que tiene el mayor porcentaje total de Densidad Académica (9%), así como el mayor número de uno de los tipos de palabras que componen el vocabulario académico: las palabras en glosario. Sobre este punto queremos mencionar que no sabemos si el glosario fue agregado por el autor del texto o por el editor y, a pesar de estar definidos, los incluimos en el cálculo de la densidad como palabras especializadas, ya que son términos probablemente desconocidos por el lector (Electroimán, dominio magnético, Oersted, anisotropía magnetocristalina, filmes epitaxiales, antiferromagnético, superparamagnético, litografía óptica) que pueden dificultar la fluidez de la lectura. El texto de LIA es el segundo respecto a porcentaje de Densidad Académica, estando equilibrado el porcentaje de Densidad especializada y la Densidad escolar. El texto de STEN presenta muy baja Densidad Académica (2,3%), de hecho el segundo con menor

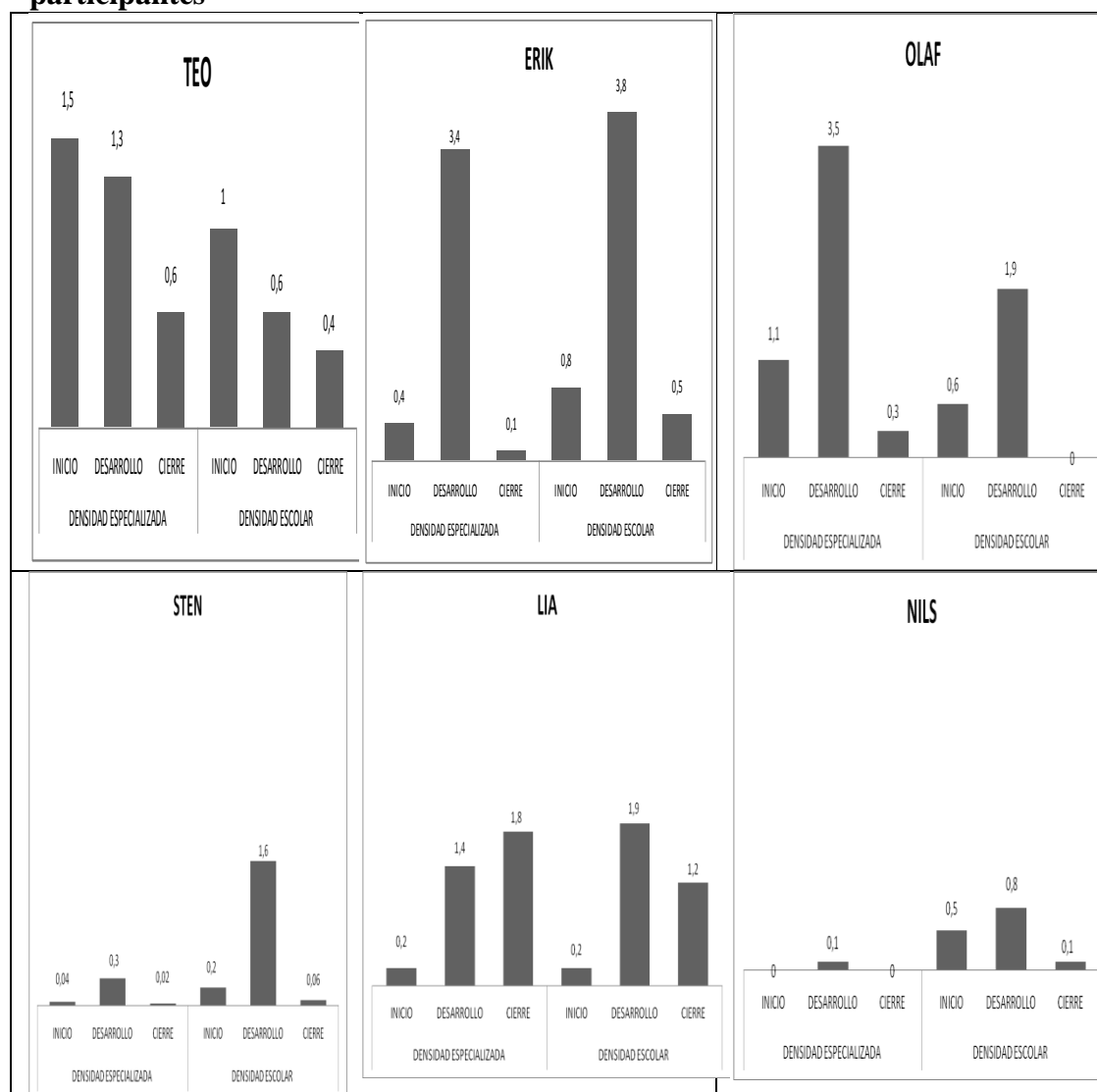
porcentaje general. Por supuesto que suponemos que el tema influye, ya que este texto de menor densidad aborda un tema social, probablemente más familiar al lector (Ciencia y cultura). El texto de menor porcentaje de Densidad Académica es el de NILS, tal vez por una situación similar al texto de STEN, ya que es un tema cercano a la gente (un artículo de opinión sobre el uso de las encuestas en los medios gráficos). Por último, vemos que los textos de MATS, IAN y LENA, casi no cuentan con términos técnicos, con porcentajes que van del 0% al 0,3% de Densidad especializada. IAN y LENA se igualan en el porcentaje de Densidad escolar (3,4%).

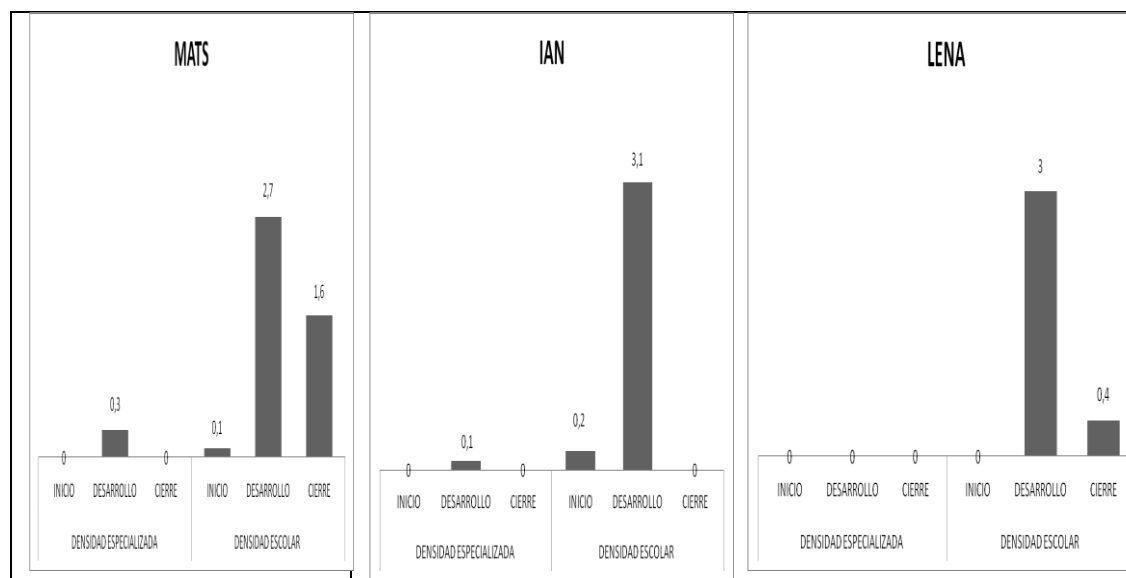
Analizamos a continuación la producción de cada participante a través de las tres partes básicas del texto -Inicio, Desarrollo y Cierre- en términos de porcentajes de los dos tipos de densidad -especializada y escolar-, que en conjunto configuran la Densidad Académica. Presentamos primero un gráfico que presenta en conjunto cómo se distribuyeron los porcentajes en los textos de los nueve participantes (Gráfico 10.1.) y luego un gráfico individualmente para cada participante. Presentamos en primer lugar los tres participantes que ubicamos en el Perfil Conceptual Directo-Interpretativo, luego los tres de un Perfil Conceptual Ecléctico, y por último los tres con un Perfil Conceptual Constructivo (Gráfico 10.2.).

**Gráfico 10.1. Porcentajes de Densidad especializada y Densidad escolar para todos los participantes**



**Gráfico 10.2. Porcentajes de Densidad especializada y Densidad escolar para cada participante. Nota: Obsérvese que la escala no es la misma para todos los participantes**





Podemos ver que los textos de ERIK y OLAF son los que mayor porcentaje de Densidad especializada tienen en el Desarrollo. El texto de TEO tiene mayor porcentaje para la Densidad especializada en el Inicio y en el Cierre, siendo también el texto que mayor Densidad escolar tiene en el Inicio. En el texto de TEO los porcentajes de ambas Densidades van reduciéndose a la largo del texto. Podemos decir que pareciera que TEO va simplificando el texto a medida que escribe. Por su parte, el texto de ERIK es el que muestra, entre los nueve textos analizados para ambas Densidades, los mayores porcentajes en el Desarrollo. En el texto de este participante vemos que los porcentajes de Densidad Especializada en el Inicio y Cierre son bajos en comparación con los demás textos de este Perfil conceptual. Este texto mantiene porcentajes similares respecto a la Densidad Escolar. El texto de OLAF, al igual que el de ERIK, muestra mayor porcentaje en el Desarrollo para ambas Densidades y en el Inicio, el porcentaje es más alto que en el Cierre, donde llega a 0% en Densidad Escolar.

El texto de STEN tiene muy bajo porcentaje en la Densidad Especializada para las tres partes del texto, mostrando el mayor porcentaje de ambas Densidades en el Desarrollo. Por su parte, LIA, resuelve la parte del Cierre de manera diferenciada a los demás participantes. En esa parte del texto encontramos el mayor porcentaje de Densidad Especializada. También es relativamente alto el porcentaje de Densidad Escolar en esta parte final del texto. El texto de NILS muestra un 0% de Densidad Especializada en el Inicio y en el Cierre y muy bajo en el Desarrollo. En cambio, el



porcentaje de Densidad Escolar es similar a la mayoría de los participantes (mayor porcentaje en el Desarrollo, bajo en el Inicio y casi nulo en el Cierre).

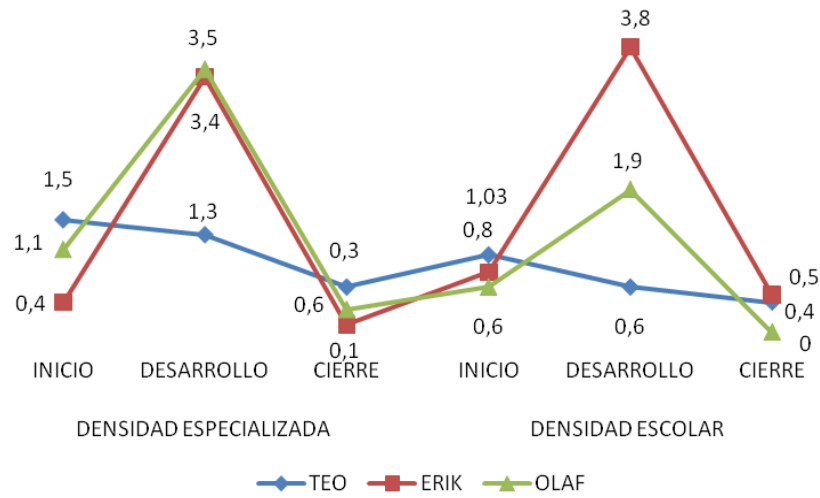
El texto de MATS muestra porcentajes similares al de NILS: la mayor para la Densidad Escolar y al interior de esa Densidad, el Desarrollo es la parte con mayor porcentaje. Respecto a la Densidad Especializada, muestra un bajo porcentaje en el Desarrollo y 0% en el Inicio y el Cierre. El texto de IAN tiene muy baja Densidad Académica en general, concentrándose la mayor parte en el Desarrollo. Al igual que otros participantes anteriores –NILS, IAN, MATS y LENA–, 0% de Densidad Especializada en el Inicio y el Cierre. Nótese que tres de ellos fueron caracterizados en la tarea del Cuestionario por el Perfil Conceptual Constructivo. Por último, LENA es la única que tiene 0% de Densidad Especializada, así como en el Inicio respecto a al Densidad Escolar. Vemos que en el texto de esta participante el mayor porcentaje de Densidad Escolar lo encontramos en el Desarrollo y es muy bajo en el Cierre.

#### **10.2.2.2. Densidad Académica y Perfil Conceptual de los participantes**

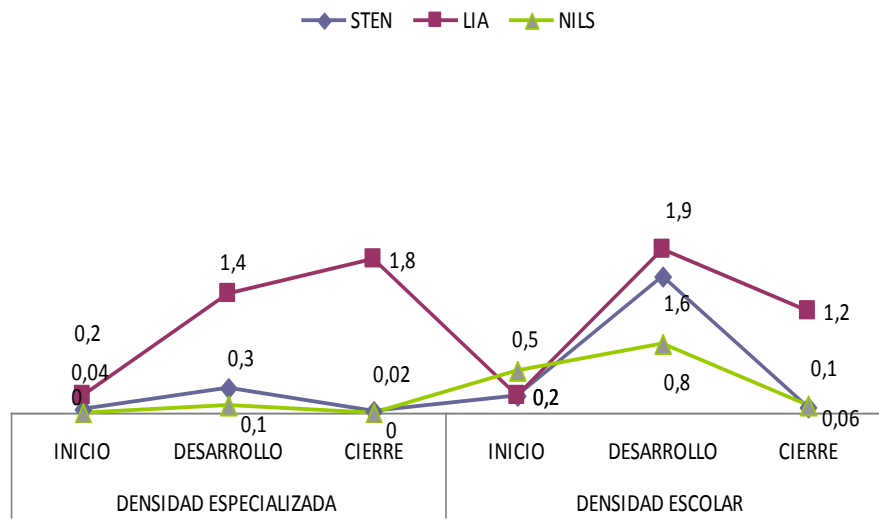
Mostramos ahora los mismos resultados, pero agrupados para analizarlos según los Perfiles conceptuales obtenidos como resultado de la Fase 1.

**Gráfico 10.3. Porcentajes de Densidad especializada y Densidad escolar agrupados por Perfil conceptual**

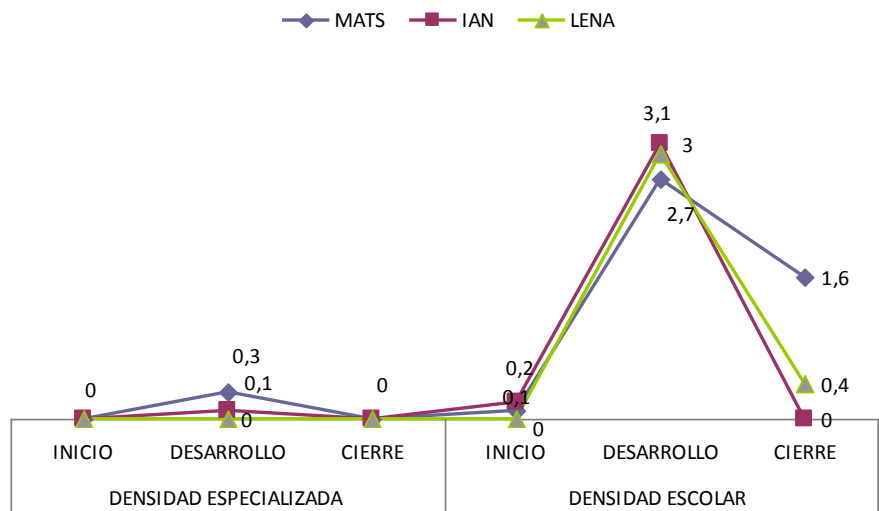
## DIRECTO-INTERPRETATIVO



## ECLÉCTICO-DIC



## CONSTRUCTIVO



En el Gráfico 10.3. vemos que para el Perfil conceptual Directo-Interpretativo los textos de dos de los participantes (ERIK y OLAF) muestran un comportamiento parejo respecto a los porcentajes de ambas Densidades, aunque el texto de OLAF muestre menores porcentajes en el Desarrollo de la Densidad escolar. El texto de TEO en cambio, muestra porcentajes similares a los de ERIK, pero distribuidos de manera diferenciada para ambas Densidades. La particularidad de este texto es que los mayores porcentajes en los dos tipos de Densidad los encontramos en el Inicio, lo que podría funcionar deteniendo la progresión de la lectura. Los textos de los participantes de los otros dos Perfiles Conceptuales, Ecléctico y Constructivo, en cambio, presentan porcentajes muy diferenciados para ambas Densidades: porcentajes bajos para el Perfil Conceptual Ecléctico (salvo el texto de LIA) y casi nulas para el Perfil Conceptual Constructivo en lo que respecta a la Densidad especializada. En cambio, sube notoriamente el porcentaje de Densidad escolar para ambos Perfiles conceptuales. Los menores porcentajes para la Densidad Escolar se dan en el Inicio y en el Cierre (a excepción de MATS). El texto de LIA, en cambio, muestra un comportamiento distinto respecto a los otros dos textos del Perfil conceptual Ecléctico, los porcentajes no bajan tanto para el Cierre (en las dos Densidades) y tiene mayor porcentaje general para la Densidad Especializada.

Como hemos venido viendo a lo largo de la investigación, los participantes del Perfil Conceptual Constructivo parecen estar orientados por una representación de la mente y del lenguaje del destinatario bastante ajustada al componer su texto. Sostenemos este argumento viendo que casi no utilizan palabras desconocidas para un público no experto, pero sí recurren a palabras eventualmente aprendidas en un tránsito normal por la educación formal o palabras de “cultura general” (presentes en los medios de comunicación o de uso corriente).

En la presentación de este Capítulo, retomamos las funciones de las tres partes de un texto. Dijimos que el Inicio sirve para interesar al lector y/o anunciar el tema. El Desarrollo para, justamente, desarrollar y generar nuevos temas y el Cierre para evaluar la información y/o mostrar posibles caminos que pueda seguir el lector. Específicamente

para el Desarrollo vemos que el Perfil Conceptual Constructivo sigue la forma habitual, dejando el Inicio y el Cierre para establecer un posible diálogo con el lector. Lo que también resulta interesante es que en el Desarrollo, destinado a la presentación y ampliación del tema en sí, donde podríamos esperar que el porcentaje de Densidad Especializada sea mayor, siguen teniendo en cuenta al lector, siendo más alto el porcentaje de Densidad Escolar.

Resumiendo, en la mayoría de los participantes los porcentajes de las dos Densidades consideradas tienen los mayores porcentajes en el Desarrollo. Los participantes relacionados con el Perfil conceptual Constructivo son los que menores porcentajes presentan para la mayoría de las partes del texto en relación a la Densidad Especializada. No muestran este comportamiento respecto a la Densidad Escolar en el Desarrollo, tal vez por apelar a palabras de cultura general alfabetizada.

#### **10.2.1.3. Densidad Académica y Perfil Evaluativo de los participantes**

En relación con los resultados de la tarea del Referato, en que los participantes quedaron agrupados de manera algo distinta que en la tarea del Cuestionario, puede inferirse lo siguiente:

El Perfil Evaluativo Directo-Interpretativo (Grupo 1-Ref1), recordemos, está compuesto por TEO, ERIK y STEN, caracterizado por priorizar el contenido – en las categorías de Aspectos Temáticos y Retóricos-, así como por estar ilustrado por el Perfil conceptual Directo-Interpretativo. En relación al tipo de texto que componen, estos tres participantes, podemos decir que sus textos revelaron diferencias respecto a los porcentajes de Densidad Especializada y Densidad Escolar. Si bien ERIK y TEO componen textos con los mayores porcentajes en Densidad especializada, en concordancia con los aspectos que priorizó este Perfil evaluativo, no podemos decir lo mismo respecto a STEN. Esto podría deberse a que su texto es una reflexión de orden sociológico y que no es su tema de investigación, mientras aquellos sí escriben textos relacionados con sus investigaciones.

El Perfil Evaluativo Eclético (Grupo 2-Ref2), compuesto por LIA y NILS, se caracteriza por evaluar la relación con el lector en los Aspectos Retórico-Temáticos, así como por asignar importancia a las características dadas o fijas en un lector, como son su edad, nivel educativo y formación. Asimismo, han destacado aquellos recursos retóricos de Simplificación, Reducción, Metáfora fija para el título, Definición y Explicación. Es decir, aquellos más enfocados en el texto y su contenido. En relación al análisis de los textos de estos dos participantes, podemos decir que éstos muestran marcadas diferencias respecto a los porcentajes de la Densidad Especializada y Densidad Escolar. El texto de NILS podría estar considerando aspectos del lector, al mostrar porcentajes muy bajos respecto a la Densidad especializada, es decir, descartando terminología que pueda dificultar la lectura. En este caso podemos, al igual que para el Perfil evaluativo Directo-Interpretativo, decir que suponemos que el tema del texto tiene una gran influencia en estos resultados, dado que LIA escribe sobre su tema de investigación, mientras que NILS escribe una nota de opinión sobre el uso de las encuestas en los medios masivos de comunicación (no es su área de investigación). Respecto a la inclusión de terminología especializada en un texto destinado a todo público (no experto), vemos que LIA tiene altos porcentajes para las dos Densidades consideradas para el Desarrollo y el Cierre, pero muy bajos porcentajes en el Inicio (ver Gráficos 10.1. y 10.2.)

El Perfil Evaluativo Constructivo (Grupo 3-Ref3), compuesto por IAN y LENA también revela rasgos en sintonía con los resultados obtenidos en la tarea del Referato, ya que se caracteriza por la valoración del lenguaje y el género de divulgación, valoración de los Recursos Retóricos, tales como la Metáfora, Paráfrasis, Ejemplificación y Humor, así como la Motivación y la consideración de los conocimientos previos del lector. Por último, este Perfil Evaluativo estuvo ilustrado por la Comprensión significativa, adquisición del conocimiento y juicio crítico. Estos resultados se relacionan con el análisis de los porcentajes de las Densidades, ya que sus textos muestran porcentajes casi nulos de Densidad Especializada. Suponemos que puede deberse a que ponen el foco en el lector y sus conocimientos, brindando además algunas de las herramientas que un texto permite para facilitar la comprensión del mismo. Sobre todo notamos que en estos textos los porcentajes de la Densidad

Especializada son nulos para el Inicio y Cierre y muy bajos en estas partes del texto para la Densidad Escolar. Esto podría deberse a que son las partes del texto que suelen destinarse a establecer una relación de diálogo con el lector, mientras que el Desarrollo suele destinarse para centrarse más en el tratamiento temático y conceptual. Vemos que IAN y LENA se comportan en sus textos de manera muy similar.

Respecto de OLAF y MATS, no estamos en condiciones de delinear relaciones entre los porcentajes de Densidad Académica y la tarea de referato, pues el primero no respondió a la tarea del Referato y MATS no fue contributivo a ninguno de los grupos identificados por el ACS informado en el Capítulo 9.

A partir de estos resultados podemos sostener que disponen de un repertorio de estrategias de diferente nivel de adecuación, flexibilidad, complejidad, etc., las que activan según una multiplicidad de factores (tarea, interés, disponibilidad, etc.).

¿Esto explicaría la manera de resolver de manera diferenciada la tarea de composición de textos de divulgación?

### **10.2.2. APROXIMACIÓN LEXICOMÉTRICA A LOS TEXTOS**

Aplicamos la Lexicometría efectuando, como ya hemos mencionado, tres análisis, uno para cada una de las partes en que dividimos los textos.

- *Parte 1: Inicio*

Esta parte del corpus consta de 2278 palabras totales, con 1009 palabras distintas. Luego de la aplicación de un umbral =1, resultaron 1511 palabras totales y 242 distintas. Se aplicó un ACS a la tabla de contingencia que presenta en sus filas los nueve participantes y en sus columnas las 242 palabras distintas con una ocurrencia de 2 o más veces en esta parte del corpus, además de las dos variables nominales o cualitativas intertarea. A partir del Histograma de valores propios (ver Tabla 10.3.), consideramos los 3 primeros ejes factoriales. Para poder visualizar la ubicación (ver Tabla 10.4.) de participantes de los tres perfiles conceptuales (incluyendo el Constructivo), consideramos el tercer eje.

**Tabla 10.3. Inicio: Histograma de los 8 ejes**

NUMERO DE EJE	VALOR	PORCENTAJE PROPIO	PORCENTAJE ACUMULADO
1	0.3678	18.69	18.69
2	0.2717	13.80	32.49
3	0.2543	12.92	45.41
4	0.2480	12.60	58.00
5	0.2350	11.94	69.95
6	0.2186	11.11	81.05
7	0.1950	9.91	90.96
8	0.1779	9.04	100.00

**Tabla 10.4. Inicio: Contribuciones y cosenos cuadrados de los participantes para los ejes 1 al 5** Se somborean las contribuciones  $\square$  11,11 (contribución media) y los cosenos cuya suma en los ejes que conforman los planos considerados  $\square$  20.

Participante	CONTRIBUCIONES					COSENOS CUADRADOS				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
TEO	0.4	18.5	47.74	18.0	3.4	0.01	0.22	0.52	0.19	0.03
ERIK	53.2	4.4	4.6	3.9	0.2	0.84	0.05	0.05	0.04	0.00
OLAF	0.0	25.5	0.3	0.1	2.6	0.00	0.32	0.00	0.00	0.03
STEN	32.4	0.6	0.5	38.6	1.0	0.52	0.01	0.01	0.42	0.01
LIA	1.8	42.9	15.7	1.6	8.6	0.03	0.49	0.17	0.02	0.08
NILS	0.9	5.2	1.2	3.0	15.4	0.02	0.07	0.02	0.04	0.19
MATS	0.2	0.3	1.0	1.8	3.8	0.00	0.00	0.01	0.02	0.05
IAN	7.7	0.1	12.5	11.8	30.7	0.13	0.00	0.15	0.14	0.34
LENA	3.3	2.4	16.3	21.1	34.2	0.05	0.03	0.18	0.23	0.35

**Tabla 10.5. Inicio: Valores test modalidades de las variables ilustrativas**

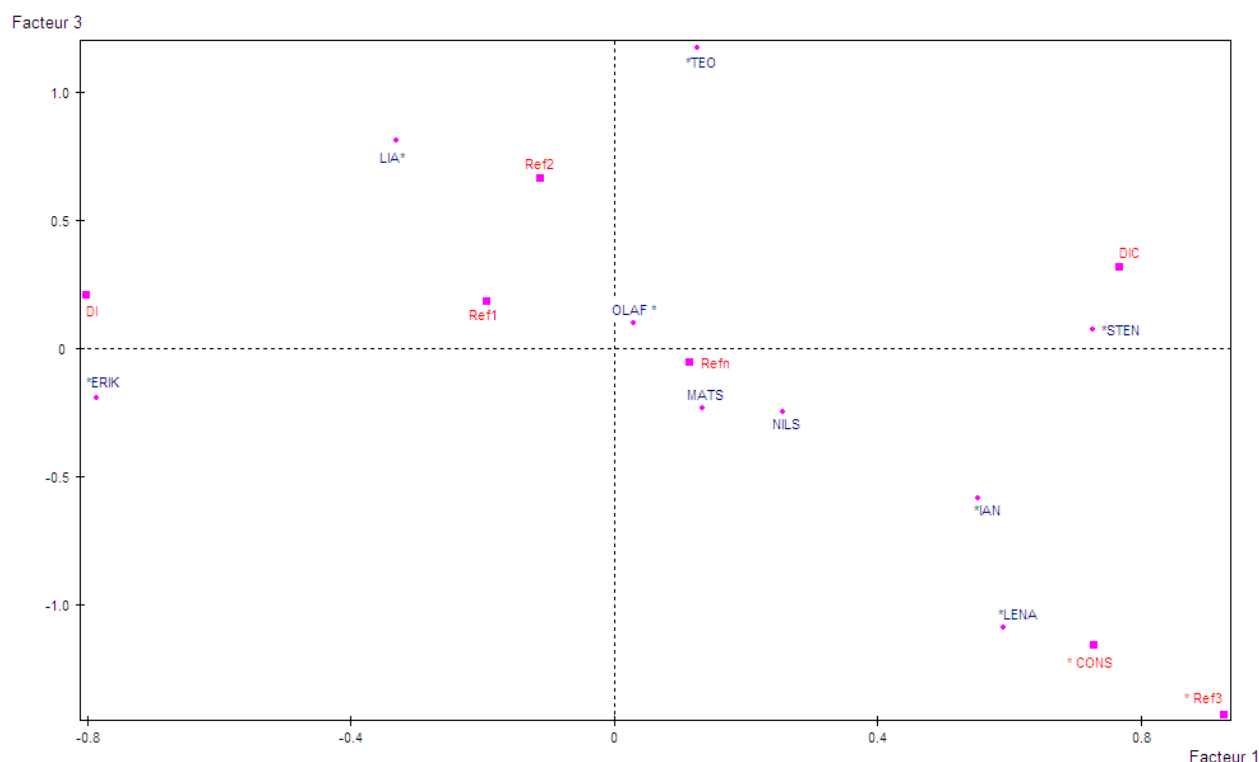
INICIO	VALOR TEST					IDENTIFICADOR
Etiqueta	1	2	3	4	5	
DI	-1.6	-0.4	0.4	0.0	-0.5	Perfil Directo-Interpretativo
DIC	1.5	0.4	0.6	-1.3	0.7	Perfil Ecléctico
CONS	1.5	0.3	-2.3	2.5	0.2	Perfil Constructivo
Ref1	-0.4	-0.9	0.4	-0.9	-0.4	Perfil Evaluativo DI
Ref2	-0.2	1.5	1.0	1.0	2.2	Perfil Evaluativo Ecléctico
Ref3	1.4	0.2	-2.2	2.2	0.7	Perfil Evaluativo Constructivo
Refn	0.2	1.8	-0.1	0.2	-1.0	Perfil sin clasificar

En la Tabla 10.4. vemos que salvo en el caso de dos participantes (NILS y MATS), el Inicio de los textos de todos los demás contribuyen a uno o más de los primeros tres ejes en medida igual o mayor a la media con una aceptable calidad de

representación. Presentamos a continuación el plano factorial conformado por los ejes 1 y 3, en el que podemos apreciar que LIA y LENA se contraponen en el eje 1 y que STEN y ERIK lo hacen a su vez para el eje 3. LENA e IAN se ubican cercanos a las categorías ilustrativas que hacen referencia al perfil Conceptual Constructivo y al Perfil Evaluativo Constructivo del Referato. Estas dos modalidades de las variables ilustrativas superaron valor test ( $=\leq \pm 1,96$ , ver Tabla 10.4.) en el eje 3.

Para facilitar la lectura del plano factorial indicamos con un asterisco \* (a la izquierda para Ejes 1 y 3 y a la derecha para Eje 2) las categorías bien representadas y con una contribución superior a la media en el plano y las modalidades con valor test.

**Gráfico 10.4. Plano factorial del ACS aplicado al *Inicio* de los textos, Eje 1 y 3**



• *Parte 2: Desarrollo*

La parte del Desarrollo consta de un corpus de 6241 palabras totales, con 2024 palabras distintas. Luego de la aplicación de un umbral  $\geq 2$ , resultaron 4225 palabras totales y 350 distintas. Se aplicó un ACS a la tabla de contingencia que presenta en sus



filas los nueve participantes y en sus columnas las 4225 palabras distintas con una ocurrencia de 3 o más veces en esa parte del corpus, además de las dos variables nominales o cualitativas intertarea. A partir del Histograma de valores propios (ver tabla 10.6.) consideramos los 2 primeros ejes para poder visualizar la ubicación (ver tabla 10.7.) de los participantes del Perfil Conceptual Constructivo.

**Tabla 10.6. Desarrollo: Histograma de los 8 ejes**

NUMERO	VALOR	PORCENTAJE PROPIO	PORCENTAJE ACUMULADO
1	0.2506	16.62	16.62
2	0.2409	15.98	32.60
3	0.2032	13.48	46.08
4	0.1950	12.94	59.02
5	0.1765	11.71	70.73
6	0.1616	10.72	81.45
7	0.1506	9.99	91.44
8	0.1291	8.56	100.00

**Tabla 10.7. Desarrollo: Contribuciones y cosenos cuadrados de los participantes para los ejes 1 al 3. Se somborean las contribución mayor o igual a la contribución media (11,11) y los cosenos cuya suma debe dar <= 30. Y Valores Test para las modalidades ilustrativas**

	CONTRIBUCIONES		COSENOS CUADRADOS	
Identificador	1	2	1	2
TEO	1.3	0.2	0.03	0.00
ERIK	27.2	0.7	0.36	0.01
OLAF	0.0	10.0	0.00	0.15
STEN	4.2	0.6	0.08	0.01
LIA	51.4	1.1	0.62	0.01
NILS	4.0	1.1	0.06	0.02
MATS	0.3	1.7	0.01	0.03
IAN	6.5	43.9	0.09	0.61
LENA	5.1	40.7	0.07	0.50

**Tabla 10. 8. Desarrollo: Valores test modalidades de las variables ilustrativas**

INICIO	VALOR TEST				
IDENTIFICADOR	1	2	3	4	5
DI	1,18	0,91	0,99	0,20	-2,22
DIC	0,24	-0,15	0,37	-1,91	1,21
CONS	-1,10	-0,51	-1,10	1,83	0,37
Ref1	0,32	0,30	1,80	0,00	-0,50
Ref2	1,15	-0,53	-0,24	-1,88	2,05

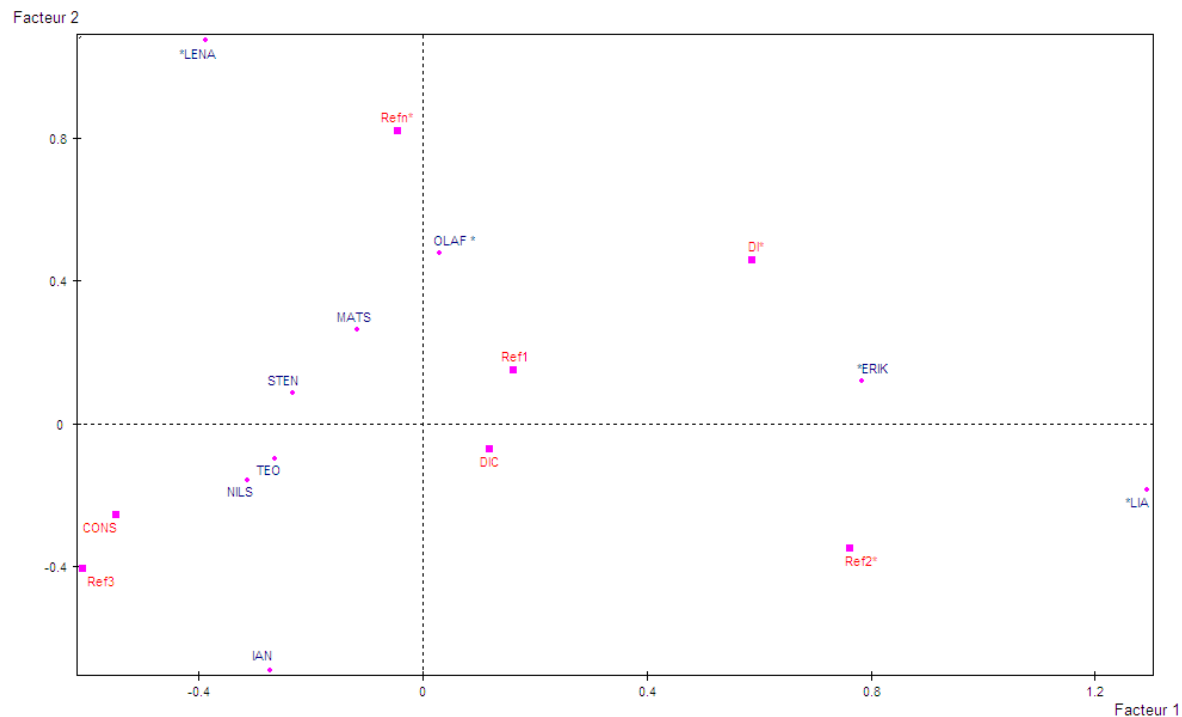
<b>Ref3</b>	-0,92	-0,62	-0,89	1,51	0,39
<b>Refn</b>	-0,07	1,24	-1,03	-0,77	-2,15

En este análisis se superó el valor test ( $=\pm 1,96$ ) recién en el Eje 5 para las modalidades DI, Ref2 y Refn.

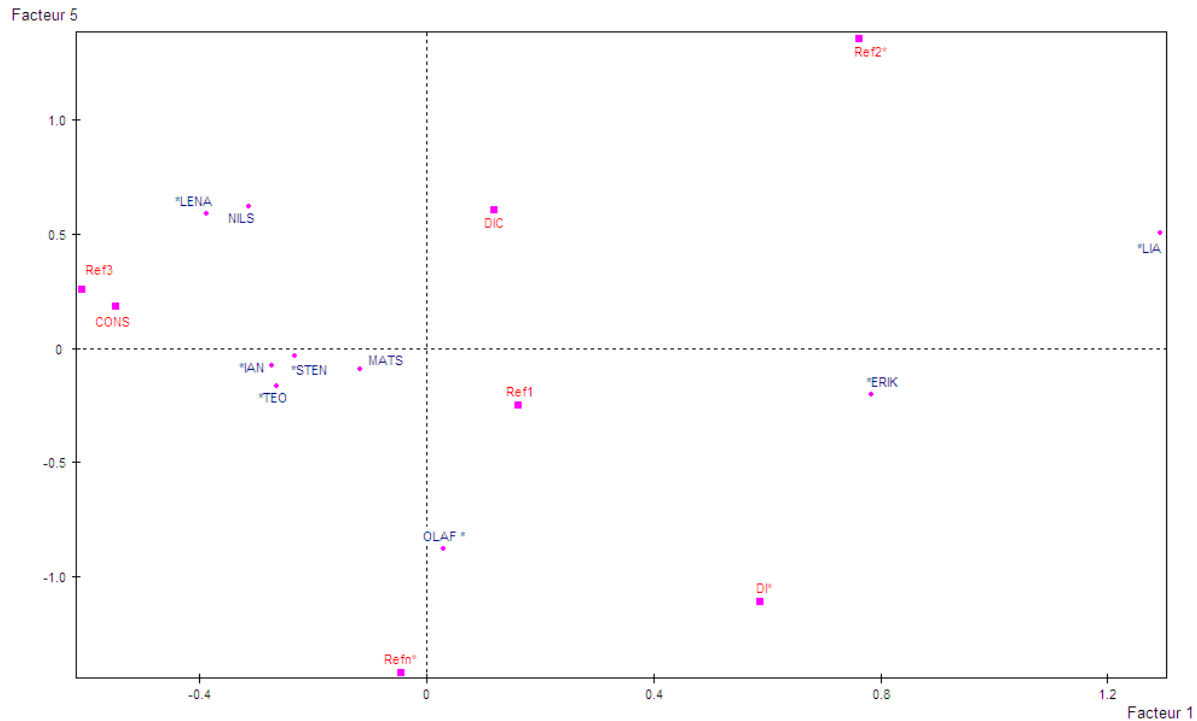
Para facilitar la lectura del plano factorial de los Ejes 1 y 2 indicamos con un asterisco \* las categorías bien representadas y con una contribución superior a la media en el plano y las modalidades con valor test.

El plano factorial ubica a IAN y LENA en el cuadrante izquierdo y a LIA y ERIK en el cuadrante derecho. Para el Eje 2 establecería diferencias al interior de cada parte, más extrema para IAN y LENA. En el cuadrante derecho superior ubicamos a ERIK y próximo a él la modalidad DI. En el cuadrante derecho inferior, ubicamos a LIA. El análisis del Desarrollo es el que muestra menos diferencias en el léxico de las partes según su perfil conceptual y evaluativo. Recién en el Eje 5 es donde tienen peso significativo tres de las modalidades de esos perfiles. Para visualizar las relaciones en el plano, incluimos también el plano factorial de los Ejes 1 y 5.

**Gráfico 10.5. Plano factorial del ACS aplicado al *Desarrollo* de los textos, Ejes 1 y 2**



**Gráfico 10.6. Plano factorial del ACS aplicado al *Desarrollo* de los textos, Ejes 1 y 5**



- *Parte 3: Cierre*

Esta parte del corpus consta de 1870 palabras totales, con 1243 palabras distintas. Luego de la aplicación de un umbral  $\leq 1$ , resultaron 1243 palabras totales y 212 distintas. Se aplicó un ACS a la tabla de contingencia que presenta en sus filas los nueve participantes y en sus columnas las 212 palabras distintas con una ocurrencia de 2 o más veces en esa parte del corpus, además de las dos variables nominales o cualitativas intertarea. A partir del Histograma de valores propios (ver Tabla 10.7.) consideramos los 3 primeros ejes factoriales para poder visualizar la ubicación (ver Tabla 10.8.) de participantes para los tres perfiles conceptuales.

**Tabla 10.9. Cierre: Histograma de los 8 ejes**

NUMERO	VALOR	PORCENTAJE PROPIO	PORCENTAJE ACUMULADO
1	0.3678	18.69	18.69
2	0.2717	13.80	32.49
3	0.2543	12.92	45.41
4	0.2480	12.60	58.00
5	0.2350	11.94	69.95
6	0.2186	11.11	81.05
7	0.1950	9.91	90.96
8	0.1779	9.04	100.00

**Tabla 10.10. Cierre: Contribuciones y cosenos cuadrados de los participantes para los ejes 1 al 3. Se somborean las contribución mayor o igual a la contribución media (11,11) y los cosenos cuya suma debe dar  $\leq 30$ .**

Identificador	CONTRIBUCIONES			COSENOS CUADRADOS		
	1	2	3	1	2	3
<b>TEO</b>	0,89	0,46	0,76	0,02	0,01	0,01
<b>ERIK</b>	2,07	56,41	22,86	0,03	0,68	0,26
<b>OLAF</b>	3,95	2,58	0,00	0,06	0,04	0,00
<b>STEN</b>	0,38	31,86	9,83	0,01	0,50	0,15
<b>LIA</b>	19,63	5,79	40,23	0,29	0,08	0,53
<b>NILS</b>	1,21	1,10	0,16	0,02	0,02	0,00
<b>MATS</b>	4,84	1,67	4,53	0,08	0,03	0,07
<b>IAN</b>	0,00	0,11	0,04	0,00	0,00	0,00
<b>LENA</b>	67,02	0,01	21,61	0,73	0,00	0,21

**Tabla 10.11. Cierre: Valores test modalidades de las variables ilustrativas**

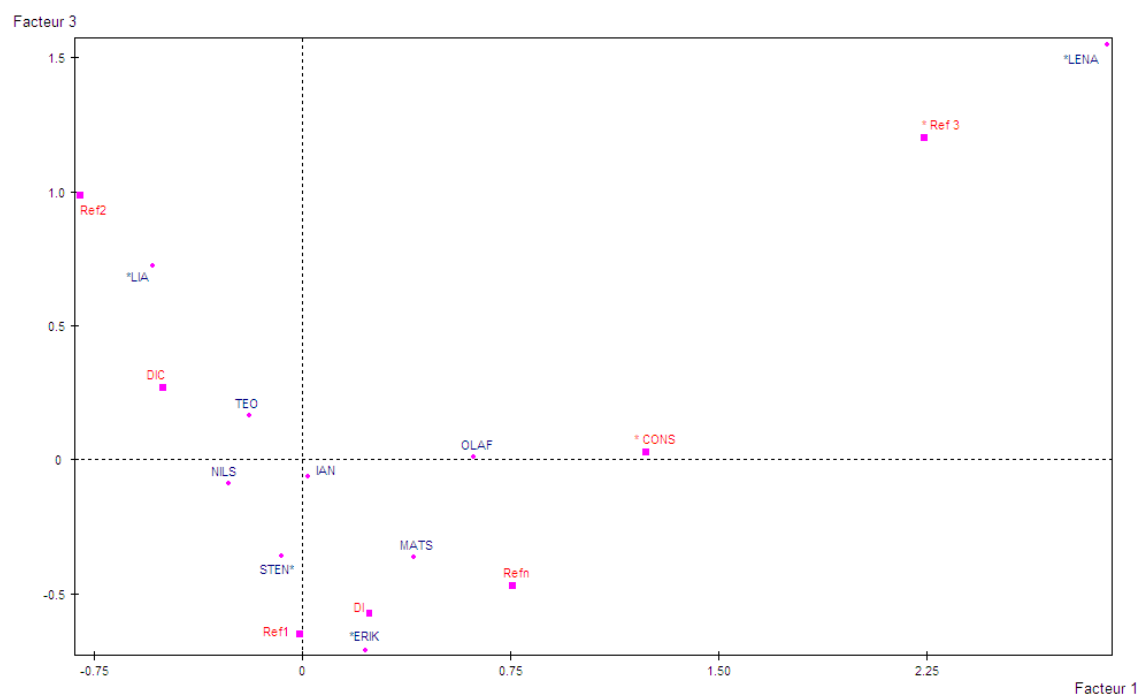
Etiqueta	VALOR TEST			IDENTIFICADOR
	1	2	3	
<b>DI</b>	0.5	-1.7	-1,14	Perfil Directo-Interpretativo
<b>DIC</b>	-1.0	0.7	0,54	Perfil Eclético
<b>CONS</b>	2.5	0.6	0,06	Perfil Constructivo
<b>Ref1</b>	0.0	0.1	-1,30	Perfil Evaluativo DI
<b>Ref2</b>	-1.2	-0.5	1,49	Perfil Evaluativo Eclético
<b>Ref3</b>	3.4	0.1	1,82	Perfil Evaluativo Constructivo
<b>Refn</b>	1.1	0.8	-0,71	Perfil sin clasificar

En este análisis se superó el valor test ( $\pm 1,96$ ) para las modalidades Constructivo y Ref3 en el eje 1.

Para facilitar la lectura del plano factorial indicamos con un asterisco \* las categorías bien representadas y con una contribución superior a la media en el plano y las modalidades con valor test.

El plano factorial de los Ejes 1 y 3, nos muestra que LENA presenta un léxico muy diferenciado. Vemos que LIA en el cuadrante superior izquierdo se contrapone a ERIK en el cuadrante inferior derecho. También podemos suponer oposición entre STEN en el cuadrante inferior izquierdo y LENA en el cuadrante superior derecho. Las modalidades ilustrativas del Perfil conceptual constructivo y el Perfil evaluativo Ref3 podrían estar ilustrando a LENA, ya que están en el mismo cuadrante. Entre LENA y LIA hay una relación de independencia, es decir, el léxico que una y otra utilizan es básicamente distinto.

**Gráfico 10.7. Plano factorial del ACS aplicado al *Cierre* de los textos, Ejes 1 y 3**



Los resultados de los ACS aplicados a las tres partes del corpus –Inicio, Desarrollo y Cierre– indican que el Perfil Conceptual Constructivo y el Perfil Evaluativo Constructivo del Referato (relacionado con el Perfil Conceptual Constructivo) son los que presentan un léxico diferenciado en dos de las partes

textuales: el Inicio y el Cierre. En cambio, los Perfiles Conceptuales DI y DIC no presentan una especificidad notoria a nivel léxico, como tampoco las modalidades de resolución del Referato Perfil Evaluativo Directo-Interpretativo, Perfil Evaluativo Ecléctico, Refn. En cuanto a cómo se resuelve el Desarrollo del texto, casi no se aprecian diferencias entre los distintos perfiles conceptuales o evaluativos.

A partir de los planos factoriales que resultan de los tres análisis realizados, podemos destacar que tres participantes presentan una contribución superior a la media en los planos considerados para el análisis del léxico en las tres partes principales del texto. LIA y LENA se oponen en su Perfil léxico en el Inicio y en cierta medida en el Desarrollo del texto que ellas eligieron como su mejor texto divulgativo. En cambio en ERIK operaría un perfil léxico distinto, oponiéndose a LIA en el Cierre. Esto podría estar en concordancia con las posturas que han mantenido a lo largo de las tareas. Recordemos que cada uno de ellos manifiesta un Perfil diferenciado tanto en lo que hace a las concepciones sobre la educación y divulgación de la ciencia, como a la evaluación del textos de divulgación (ERIK: Perfil Conceptual y Evaluativo Directo-Interpretativo; LIA: Perfil Conceptual y Evaluativo Ecléctico y LENA: Perfil Conceptual y Evaluativo Constructivo).

### **10.2.3. DESCRIPCIÓN DE ASPECTOS DISCURSIVOS EN LOS TEXTOS**

Por último realizamos una descripción de los textos que nos permitirá un acercamiento a los tipos de recursos utilizados por los nueve participantes. Como ya indicamos, los nueve textos aparecen en el Anexo III.

Resumimos en un cuadro la manera que los nueve participantes han resuelto cada parte del texto.

**Tabla 10.12. Estilos de Inicio**

ANUNCIAR EL TEMA			INTERESAR AL LECTOR
Contextualización Histórico- científica	Aplicaciones	Organización del texto	Diálogo con el lector (Recursos)
TEO, ERIK, OLAF, STEN, LIA	OLAF, LIA	TEO, ERIK	NILS (humor, definición) MATS (anécdota) IAN (Trae una situación conocida y profusamente abordada en los medios de comunicación) LENA (Metáfora, diálogo con el lector, problematización)

Es de notar que los que optan por una contextualización para introducir el tema, son los tres participantes del Perfil Conceptual Directo-Interpretativo. Los otros dos, son del Perfil Conceptual Ecléctico. Dentro de este grupo, ERIK es quien ya en el inicio introduce gran cantidad de datos y terminología técnica, además de ser el más extenso, junto con el de STEN. NILS, del perfil conceptual Ecléctico (DIC). Los tres participantes del Perfil Conceptual Constructivo resuelven la introducción utilizando recursos tales como: humor, anécdota, metáfora, problematización, imágenes de la vida diaria.

Como mencionamos en el Capítulo 4 y retomamos en el comienzo de este Capítulo, algunos autores consideran que el Inicio (o introducción) tiene dos objetivos principales, interesar y/o anunciar el tema. Luego de analizar los nueve inicios, vemos que la diferencia entre los seis primeros (TEO, ERIK, OLAF, STEN, LIA y NILS) con los últimos tres (MATS, IAN y LENA) está en que los primeros anuncian el tema, mientras los otros buscan despertar el interés del lector.

Desarrollo: Como ya se pudo observar a partir de los resultados del cálculo de Densidad Académica como de la Lexicometría, el Desarrollo no estaría mostrando un

comportamiento diferenciado entre los nueve participantes. Es decir, no vemos diferencias significativas respecto a los recursos utilizados en la manera en que cada uno de los participantes aborda esta parte del texto, salvo por la terminología, dado que algunos utilizan abundantemente palabras especializadas y otros no, recurriendo en cambio a palabras escolares/cultura general alfabetizada. En todos los textos en esta parte predominan las explicaciones, definiciones, ejemplos y aclaraciones.

Cierre: Recordemos que se propone que el Cierre de un texto sirve para sintetizar y/o abrir el texto. En los textos analizados notamos diferencias sutiles respecto a las distintas modalidades de finalización. Así TEO y ERIK cierran ejemplificando los conceptos que han desarrollado en el Desarrollo (abriendo al lector posibles caminos de comprensión del tema). Ambos utilizan palabras especializadas. ERIK, problematiza y usa el humor para cerrar (pero con un humor que demanda conocimiento específico – informático– para comprenderlo). Por su parte OLAF cierra con explicaciones y aplicaciones y haciendo un puente con el siguiente texto (recordar que el texto de OLAF es un capítulo de un texto). También utiliza palabras especializadas. Ninguno de los tres participantes marca el Cierre con un puente entre el Desarrollo y éste.

Por su parte STEN marca este pase del Desarrollo al Cierre (“como corolario”), resumiendo lo que ha sostenido en el texto (evaluando la información aportada), apelando a recursos tales como justificaciones y Voz de la ciencia. LIA comienza esta parte relacionando con el Inicio, pero luego vuelve a desarrollar el tema, cargando esta parte de datos y palabras especializadas. El Cierre queda por ello algo desdibujado o no diferenciado del Desarrollo. NILS por su parte marca el comienzo del Cierre (“en suma”) y luego apela a la justificación y Voz de la ciencia, al igual que STEN.

MATS marca el inicio del Cierre apelando a la particularidad del fenómeno observado por la población (es decir conectándolo las explicaciones brindadas en el Desarrollo con la vida cotidiana de los lectores) y con una indicación de prevención (cuidados a tomar al mirar directamente al sol). IAN, por su parte, apela a la Voz del autor, haciendo una reflexión personal y una recomendación a la comunidad científica. Es decir, abriendo el tema por medio de la invitación al lector de reflexionar sobre lo



escrito. LENA, por su parte, cierra con una explicación y con una reflexión y metáfora, es decir, sintetizando y abriendo el tema.

A partir de lo arrojado por el análisis lexicométrico del Inicio, Desarrollo y Cierre de los textos decidimos tomar los textos de los tres participantes que aparecen bien representados en estas últimas tareas y que podrían ser los participantes que más claramente sostienen sus teorías implícitas. Nos interesa especialmente analizarla relación entre lo que los participantes manifestaron en el cuestionario acerca de la divulgación y la educación científicas, lo que luego aplicaron al evaluar un texto y las herramientas y recursos que utilizan al redactar para un público no experto. El objetivo de analizar estos tres textos es realizar una mirada más profunda respecto a las formas de escritura en que los investigadores ponen en juego a la hora de comunicar sus investigaciones al público no experto. Específicamente nos interesa ahora analizar qué tipo de textos componen. Ya se han expresado acerca de la educación y divulgación científicas, así como han evaluado un texto para una publicación ficticia y ahora buscamos analizar qué relación tienen esas posturas con lo que hacen concretamente en un texto divulgativo de su autoría. Partimos de las mismas segmentaciones estructurales que tomamos para los dos pasos anteriores de análisis: Densidad Académica y Lexicometría. Es decir, cada uno de estos tres textos está dividido en tres partes: Inicio, Desarrollo y Cierre.

#### **10.2.3.1. Descripción de tres textos**

Como parte del análisis de los textos, describiremos en profundidad tres textos, uno de cada Perfil Conceptual, comparándolos con los otros dos textos de ese mismo perfil. Para ello seleccionamos a los 3 participantes que quedaron destacados en la aplicación de la Lexicometría: ERIK, LIA y LENA, cada uno de los cuales aparecería como típico tanto respecto a los Perfiles Conceptuales del Cuestionario (Fase 1) como del Perfil Evaluativo del Referato (tarea 1, Fase 2).

#### **Perfil Conceptual y Evaluativo Directo-Interpretativo (Grupo 1-Ref1). ERIK**

Comienza su texto con una larga contextualización histórico-tecnológica, de relativa fácil lectura para alguien no especialista, a pesar de tener numerosas palabras

especializadas que pueden obviarse para mantener la fluidez de la lectura. Luego de esta referencia histórica, se torna abstracto y de muy difícil lectura porque apela a conocimientos que una persona lego no suele tener (Permalloy, NIP, Co, óxido férrico  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , control neumático, ley de ampere, espín, etc.). El cuerpo del texto es excesivamente especializado y detallado en especificaciones. Suponemos que podría haberse resuelto incorporando al texto un recuadro con las explicaciones más técnicas y palabras especializadas, para dejar en el Desarrollo un esclarecimiento de lo que es la grabación magnética, acompañado de más ejemplos o analogías. El Cierre, si bien, es similar al inicio, de lectura más fluida, también hace referencia a conocimientos específicos por medio de terminología disciplinar. Si bien hace uso del humor (el texto concluye con una pregunta en tono de chiste, que demanda cierto conocimiento específico del área de la informática), sintetiza (y aclara) la idea principal del desarrollo, pero no abre el tema.

En relación a las otras dos tareas, podemos decir que en el Cuestionario de la Fase 1, ERIK eligió el texto considerado por nosotros como Interpretativo, justificando su elección diciendo: “Porque explica el fenómeno de manera clara, sin rodeos innecesarios”. Podemos suponer que su elección se basó en los aspectos temáticos, tal como lo manifestó en el Referato. Asimismo, su texto responde a esta concepción, ya que es escaso en recursos retóricos. Por otro lado, en la justificación del rechazo, refuerza su postura manifestando que “si se quiere motivar la discusión sería mucho más útil hacer un sencillo experimento en el aula...” Otra vez vemos cierta coherencia en su manera de concebir la divulgación, ya que parecería que la exposición al conocimiento es suficiente para la adquisición del conocimiento.

Con algunos de los participantes realizamos entrevistas en las que abordamos la escritura de textos de divulgación, que si bien no formaron parte del análisis, aportaron algún dato sobre el tema. ERIK, ante la pregunta si la escritura de textos de divulgación le resulta fácil o difícil, contesta: “En general no es demasiado difícil, lo que después es difícil es que lo entienda. O sea, escribir no es difícil, es difícil que después lo entienda cualquiera”. Creemos que esta respuesta, ratifica los resultados obtenidos, ya que si bien tiene en cuenta que su texto tendrá lectores, no apela a recursos, que lo tomen en consideración, no apela al diálogo con el lector.

Comparando el texto de ERIK con el de los otros dos participantes del Perfil conceptual Directo Interpretativo, TEO nos brinda un texto similar (comienza contextualizando y cierra con ejemplos, siendo el desarrollo altamente técnico y especializado, demandando un conocimiento experto). Por su parte OLAF, también contextualiza, desarrollando luego algunas aplicaciones tecnológicas y explicaciones, pero sintetiza y abre el tema al capítulo siguiente.

### **Perfil Conceptual y Evaluativo Ecléctico, (Grupo 2-Ref2). LIA**

Su texto, al igual que el de ERIK, comienza contextualizando y utilizando palabras especializadas, aunque algunas están explicadas en el texto. Creemos que este texto, además de la dificultad por la utilización del lenguaje científico, no es de lectura fácil o fluida para un lego. Si bien plantea un Cierre vinculándolo con lo planteado en el Inicio, luego vuelve a desarrollar el tema, presentando datos, lo que lo hace un poco confuso, es decir, no resuelve el Cierre. Este texto, a diferencia del de ERIK, presenta intentos de simplificación del tema, con ejemplos, pero que son conocidos sólo por especialistas, por lo que termina no pudiendo concretarlo. En relación a la respuesta del Cuestionario LIA en su justificación a la elección positiva del texto (al igual que ERIK elige el Interpretativo), también ratifica los resultados obtenidos hasta aquí, ya que destaca la corrección del tema, a pesar de su falta de amenidad. Es decir, centrada en lo temático pero incorporando aspectos del lector (como es el hecho de que el texto sea ameno para un lector). En la justificación, dice rechazar el texto Constructivo por incurrir en errores, tales como plantear preguntas y proponer enlaces a otros textos. Creemos que rechazar recursos tales como las preguntas (que proponen un “diálogo” con el lector), mención de enlaces, u otros del estilo, hace que muchos divulgadores compongan textos difíciles de comprender por un público lego, ya que para explicar una idea necesitan hacer un recorrido por la disciplina, dificultando así la comprensión de aquello que quieren explicar.

En relación a los otros dos textos compuestos por los participantes de esta fase que presentaron este perfil conceptual, STEN presenta un tema que un lector lego puede fácilmente relacionar con cuestiones conocidas, a pesar de que el tema no es familiar para un lector común (relación Ciencia-Sociedad). En este texto abundan las

aseveraciones acerca de la ciencia como incuestionable, lo que nosotros hemos denominado Voz de la ciencia. Por su parte NILS propone un texto ameno y concreto en el que se presenta el tema, se dan ejemplos y justificaciones para finalizar sugiriendo la aplicación necesaria de los conocimientos científicos (Voz de la ciencia).

### **Perfil Conceptual y Evaluativo Constructivo (Grupo 2-Ref3). LENA**

Por último, el texto de LENA es el único que comienza estableciendo un diálogo con el lector, por medio de una invitación: imaginar juntos una situación, por medio de una metáfora e identificándose con el lector respecto a lo que puede preguntarse o imaginarse (Reflejo, según la terminología de Sánchez Miguel, 1996). Luego contextualiza el tema, lo desarrolla por medio de explicaciones en las que utiliza gran cantidad de palabras escolares y finaliza problematizando y apelando a una imagen poética sobre el mar. LENA elige el texto Constructivo justificando la elección diciendo: “Es el único que despierta el interés del lector. Apela a la experiencia cotidiana y al sentido común. Deja planteados interrogantes, con sugerencias para seguir indagando. Hace referencia a la evolución de las ideas en ciencia, desde la historia de la ciencia a los problemas científicos actuales”. Nuevamente vemos cómo se confirman los resultados presentados hasta aquí. Vemos que se contrapone a lo dicho por LIA. Lo que LIA ve como un error, es aquello que LENA destaca como positivo: dejar planteados interrogantes, sugerencias para seguir indagando. Nos parece destacable la importancia que le da al lector a través de “apelar a la experiencia cotidiana y al sentido común”. Al comentar lo dicho por LIA, cuando ella rechaza el recorte de un tema, mencionamos la dificultad que tienen algunos divulgadores en recortar aquello que quieren transmitir para que no sea demasiado complejo.

En la entrevista realizada a LENA, al responder sobre si la escritura para divulgación le ocasionaba dificultades, respondió: “Vos podés ser muy riguroso y muy claro y que sea un plomo, que nadie lo lee, que es lo que me pasó en mis primeros artículos. Y bueno... la transición a que eso sea agradable hace que vos tengas que restringir contenidos, muchísimo. Uno tiene tendencia a decir todo lo interesante que hay y en realidad tenés que decir muy poquito y de una forma interesante. Pero el contenido hay que reducirlo para que no quede algo imposible de leer. Y eso es algo a lo

que no estamos acostumbrados, nosotros queremos saber y contar todo”. Es decir, nuevamente estas dos participantes se contraponen en sus posturas sobre los textos de divulgación. Por último, también en la entrevista, nos deja claro la importancia de tener en cuenta al lector al componer un texto: “tienen que ser cosas que de alguna manera lo toquen, no sé si en su vida cotidiana, en cosas que le sean familiares. Lo que es totalmente extraño a mí, es muy raro que me llame la atención, entonces hay que tirar el anzuelo donde haya algo que le resulte familiar al lector y para mi es mejor si tiene algo de humor, ¿no? O alguna delicadeza de escritura, tiene que tener un sabor, tiene que tener un sabor”. Es importante la mención del humor como recurso, así como el “sabor”, refiriéndose a recursos, suponemos, narrativos, tales como metáforas, etc.

Por su parte, IAN comienza apelando a la Voz del autor y trayendo una situación familiar para el lector. En el Desarrollo, como en la mayoría de los textos analizados presenta explicaciones, definiciones y aplicaciones respecto al tema abordado. En el Cierre, este autor establece nuevamente un diálogo con el lector, por medio de una reflexión personal sobre la comunicación de la ciencia y la relación científicos-Sociedad. MATS por su parte, comienza con una anécdota, acercándose así al lector, estableciendo una relación con él. El Desarrollo, al igual que la mayoría de los participantes lo dedica a la explicación del fenómeno y a proponer un experimento. El Cierre, a diferencia de los otros dos participantes, evalúa la información, con el agregado de una recomendación, es decir volviendo a establecer un diálogo con el lector.

Para cerrar, podríamos decir que según los resultados presentados en este Capítulo, encontramos que todos los indicadores que hemos utilizado (Densidad Académica, Perfil Léxico, Descripción de aspectos discursivos) revelan diferencias en los modos de resolver el Inicio, Desarrollo y Cierre al componer un texto de divulgación según el Perfil Conceptual (objetivo F) y Evaluativo (objetivo G) manifestado en las otras dos tareas.

Podríamos decir que la Densidad Académica nos muestra cierta relación con los resultados de los otros análisis. Por ejemplo, los textos de los participantes de los Perfiles Conceptual y Evaluativo Constructivos presentan muy baja Densidad

Especializada y priorizan la utilización de un vocabulario conocido por el destinatario. Asimismo, la aproximación lexicométrica nos muestra que sobre todo para el Perfil Conceptual Constructivo y el Perfil Evaluativo Constructivo del Referato, evidencian un léxico diferenciado en las distintas partes del texto, lo que podría estar mostrando una cierta estrategia por parte de los autores. Por último, a través de la descripción de los textos, vemos en los textos de ERIK, LIA y LENA una cierta relación de consistencia en la manera de resolver las tres tareas (Cuestionario, Referato y Texto propio). Descontando que los tres abordan temáticas diversas, algunas más abstractas que otras, pareciera que, por lo menos en el texto de LENA, caracterizada por Perfil Conceptual y Evaluativo Constructivo, cuenta con y selecciona aquellas herramientas que le permiten facilitar la comprensión de un texto de divulgación científica a una persona no experta. Este rasgo nos parece interesante si tenemos en cuenta que nosotros consideramos que la divulgación tiene una marcada intención educativa y por ello se relacionaría con los recursos utilizados en los textos y con la selección del tipo de palabras o términos (escolares, de uso diario o jerga específica de una especialidad). En cambio, los textos de los otros dos participantes (del Perfil Conceptual Directo-Interpretativo y Perfil Conceptual Ecléctico, respectivamente) parecen no tener el foco en ello, centrándose principalmente en lo temático y conceptual, según inferimos a partir de los resultados obtenidos en el Referato y en el Cuestionario.

Si bien la Fase 2 fue planteada como un estudio de casos, por lo que no podemos generalizar los resultados obtenidos, sí corroboramos que la escritura, como sistema de representación externa nos permite detectar trazas de las concepciones acerca de la divulgación científica.

En el próximo capítulo presentamos las conclusiones finales, hilvanando los tres abordajes de estudio (Cuestionario, Referato y Texto propio) que conforman esta tesis.

## **CAPITULO 11**

### **CONCLUSIONES**

Esta investigación se desarrolló en dos Fases de estudio, en las que a través de tres tareas, nos planteamos como objetivo analizar la manifestación de las concepciones de investigadores en Física desde la perspectiva de las Teorías Implícitas del Aprendizaje en relación a la educación científica, a la divulgación científica en general y a la divulgación de la ciencia a partir de textos, en particular.

El estudio lo llevamos a cabo por medio de diversos abordajes que nos permitieron emprender el análisis de esta temática: Cuestionario de concepciones sobre educación y divulgación científicas, Referato de un texto divulgativo y Texto compuesto por los participantes seleccionados. Se trata de un recorrido que procede desde un procedimiento de relevamiento estructurado (cuestionario con preguntas principalmente cerradas, de opción múltiple), a uno semiestructurado en un espacio “como si” (cuestionario que reproduce una planilla de Referato, con preguntas principalmente abiertas), al relevamiento de una producción textual producida en lo que podríamos llamar un contexto “natural” de la actividad divulgativa. Los procedimientos de análisis de estas fuentes de información progresivamente abiertas siguen, consecuentemente, un camino en la misma dirección, desde un mayor a un menor énfasis en herramientas cuantitativas, y un menor a un mayor recurso de herramientas cualitativas.

En la línea de los estudios sobre las teorías implícitas existe una gran cantidad de investigaciones que la vinculan a todos los niveles de educación formal e informal, pero el abordaje de las Teorías Implícitas en los más altos grados académicos es novedoso. Sin buscar ser exhaustivos, podemos mencionar algunas investigaciones que abordan temáticas muy cercanas como el abordaje de las creencias epistemológicas, concepciones o teorías implícitas en profesores (Mateos, Martín y Villalón, 2006; Martín y Cervi, 2006; Pecharromán y Pozo, 2006; Pérez Echeverría, Pozo, Pecharromán, Cervi y Martínez, 2006) profesores universitarios (Perez Echeverría, Pecharromán, Bautista, Pozo, 2006), alumnos avanzados universitarios (Bosch y Scheuer, 2006; Hofer y Pintrich, 2002). Pero en nuestro relevamiento bibliográfico no

hemos encontrado otras investigaciones similares a la que hemos desarrollado en esta tesis. La novedad de la población elegida radica en su participación explícita y socialmente institucionalizada en la construcción de conocimientos. Nos preguntamos entonces por los modos en que estas personas, que cuentan con lo que podría considerarse un máximo nivel de conocimiento especializado, se posicionan al pensar en comunicar ese tipo de conocimiento a un público no experto, y al resolver esa comunicación a través de textos escritos.

### **11.1. Recapitulación de las preguntas que orientaron las inquietudes de la investigación y recorrido por todos los resultados**

Al comenzar este proyecto nos preguntamos si la manera de concebir la educación y la divulgación científicas influirían en las prácticas que algunos investigadores realizan respecto a la comunicación de la ciencia por medio de textos para una audiencia amplia, es decir no experta. Por lo que nuestro objetivo principal fue el de indagar la manifestación de esas concepciones en investigadores en Física en determinadas prácticas en relación a la divulgación y educación científicas en general y a la divulgación de la ciencia a partir de textos, en particular. Para ello comenzamos revisando la bibliografía publicada disponible, que nos llevó a enmarcar este análisis en las investigaciones sobre las Teorías Implícitas del Aprendizaje, ya que como hemos dicho antes, sostenemos que la divulgación y comunicación de la ciencia tienen una fuerte intención educativa. Esta línea teórica nos permitió pensar en las prácticas como usos particulares y contextualizados que los investigadores hacen de los sistemas externos de representación en tanto herramientas socialmente disponibles (Pedrazzini y Scheuer, 2010) para comunicar el conocimiento científico. Como apuntamos al inicio de estas Conclusiones, diseñamos la investigación de manera de poder acceder a esas teorías implícitas a través de diversos métodos que nos dieran cuenta de perfiles o tendencias, ya que al ser implícitas, no podemos acceder a ellas de manera directa ni completa.

Nos interesaba especialmente analizar la comunicación de la ciencia por medio de textos escritos, dado que la comunidad científica suele basar su desarrollo en el soporte escrito (artículos científicos tanto en soporte papel como electrónico,



presentaciones en *Power Point*, charlas basadas en un guión escrito, redacción de informes, etc.). Las ideas que la mayoría de los universitarios tienen de la escritura y de la lectura derivarían de las concepciones lingüísticas y psicológicas dominantes en educación (Carlino, 2003, 2004, 2005, 2006; Carlino y Estienne, 2004; Carlino y Santana, 1996; Cassany y Morales, 2009). Y siguiendo a estos autores, podríamos sostener que quien mejor conoce las características de los géneros científicos (y de divulgación) está más preparado para leer, escribir, investigar y publicar. A estas actividades nosotros también agregaríamos la de evaluar, ya que es otra de las tareas laborales usuales de los investigadores, en calidad de *referee* de artículos científicos de sus pares. Y en la evaluación se ponen en juego una importante cantidad de ideas que tienen que ver con lo que nos interesaba investigar: adecuación en relación a la temática, audiencia, recursos, etc. Y, dado que según el contexto los textos son diferentes, también variarán las maneras de leerlos o escribirlos, los procedimientos y recursos (Cassany y Morales, 2009). Es por ello que nos pareció interesante considerar estos dos posicionamientos en relación a los textos de divulgación de la ciencia: evaluación y escritura. Como dijimos antes, nuestro acercamiento fue desde el marco teórico de las Teorías Implícitas del Aprendizaje, por lo que primero diseñamos un cuestionario que nos permitiera identificar las concepciones en relación a la comunicación de la ciencia por medio de textos, así como identificar quiénes dentro del universo de la Asociación Física Argentina, eran autores de este tipo particular de textos.

Consideramos que los resultados obtenidos son auspiciosos en el sentido de haber diseñado un instrumento que resultó útil para nuestro objetivo de identificar modos relativamente articulados de concebir la educación y divulgación de la ciencia (que a partir de los resultados consideramos como “Perfiles Conceptuales”) y seleccionar investigadores característicos de dichos modos. En el marco de un estudio de casos, la segunda Fase de nuestro estudio nos permitió un primer acercamiento respecto a la identificación de Perfiles Evaluativos y Léxicos, relacionados con los Perfiles Conceptuales detectados en la primera Fase. Presentamos a continuación la Tabla 11.1 que nos permite visualizar de manera conjunta los resultados obtenidos a lo largo de las dos Fases:

**Tabla 21.1. Recapitulación de Instrumentos y Resultados**

<b>Instrumentos de relevamiento de la información</b>	<b>Instrumentos de análisis de la información</b>	<b>Resultados</b>	<b>Interpretación</b>
<b>CUESTIONARIO</b> n= 71	<b>Análisis de categorías</b> <b>Distribución de Frecuencias</b> <b>Clasificación Jerárquica Ascendente</b> <b>ACM</b>	<b>DIRECTO-INTERPRETATIVO</b> (n=33)	<b>Perfil Conceptual</b>
		<b>ECLÉCTICO</b> (n=13)	
		<b>CONSTRUCTIVO</b> (n=25)	
<b>REFERATO</b> n= 8	<b>Análisis de Categorías</b> <b>ACM</b>	<b>DIRECTO-INTERPRETATIVO</b> (n= 3)	<b>Perfil Evaluativo</b>
		<b>ECLÉCTICO</b> (n= 2)	
		<b>CONSTRUCTIVO</b> (n= 2)	
<b>TEXTO PROPIO</b> n = 9/3	<b>Densidad académica</b> <b>ACS/Lexicometría</b> <b>Descripción de los textos</b>	<b>DIRECTO-INTERPRETATIVO</b> (n=3/1)	<b>Perfil Léxico</b>
		<b>ECLÉCTICO</b> (n=3/1)	
		<b>CONSTRUCTIVO</b> (n=3/1)	

El análisis de las respuestas a las tareas nos permitieron contestar algunas de las preguntas que nos planteamos al comenzar la investigación, así como instalar nuevos interrogantes para seguir indagando en estas cuestiones.

En la primera Fase nos planteamos indagar las manifestaciones en las concepciones de investigadores en Física de las tres principales Teorías Implícitas del Aprendizaje, en los dominios de educación científica, divulgación científica y, más específicamente, divulgación de la Física por medio de textos. Asimismo, buscamos identificar si y cómo se articulan las concepciones al ponerse en juego en esos dominios y la incidencia en ellas de la experiencia en docencia, investigación y divulgación –tanto en la posición de productor/a como en la de receptor/a–. En la medida que pudiéramos

identificar articulaciones conceptuales, seleccionaríamos en función de las mismas, algunos investigadores para la siguiente Fase.

Suponíamos, en relación a estas cuestiones, que los participantes mostrarían una cierta coherencia en las elecciones de opciones de respuesta a lo largo del Cuestionario diseñado por nosotros (Fase 1) y que podríamos entenderla como posturas hacia la educación y divulgación de la ciencia. Los denominamos “Perfiles Conceptuales” en tanto en las dos primeras de las tres formas de articulación identificadas, se articulan ideas correspondientes a más de una Teoría Implícita del Aprendizaje: Perfil Conceptual Directo-Interpretativo, Perfil Conceptual Ecléctico y Perfil Conceptual Constructivo. Este último se ajusta a una teoría (Pozo *et al.*, 2006). El Análisis de Correspondencias Múltiples y el Análisis de Clasificación nos permitieron, además de identificar y describir tales perfiles conceptuales y teoría, así como captar su presencia diferenciada en la población estudiada.

#### *¿Teorías “puras” o Perfiles Conceptuales?*

Nuestros resultados respecto a la adhesión a ideas o posturas de las tres Teorías Implícitas del Aprendizaje (Capítulo 7, ver Tabla 7.10 y Gráfico 7.1.), son congruentes con los resultados de otras investigaciones que analizan, por ejemplo, las concepciones en docentes de nivel superior y/o medio, las concepciones en estudiantes avanzados y las investigaciones sobre aprendizaje y enseñanza de la ciencia (Aparicio y Pozo, 2006; Bautista, Pérez Echeverría y Pozo, 2010; Carvajal Cantillo y Gómez Vallarta, 2002; De la Cruz, Huarte y Scheuer, 2006; Gallegos, García y Calderón, 2007; Martín *et al.* 2006; Mateos, Martín y Villalón, 2006; Mortimer, 2001; Norton, Richardson y Hartley, 2005; Pecharromán y Pozo, 2006; Pérez Echeverría *et al.*, 2006; Pozo *et al.*, 2006; Samuelowicz, 1999; Strauss y Shilony, 1994; Vélez, 2006; Vilanova, Mateos y García, 2011). Estos estudios encuentran un gran abanico de respuestas a situaciones de transmisión y adquisición de conocimiento. En el caso del trabajo de Vilanova, Mateos y García (2011), por ejemplo, al igual que encontramos nosotros para los científicos, los docentes universitarios de ciencias mostraron concepciones constructivas, aunque también fue importante la frecuencia de respuestas interpretativas. Como dijimos en la introducción teórica, en este tipo de población, se espera el predominio de concepciones

más sofisticadas, aunque también podemos encontrar trazas de concepciones menos sofisticadas como las interpretativas o incluso directas, en adultos y hasta en adultos expertos.

En la línea de los trabajos antes mencionados, suponíamos que íbamos a encontrar una población con posturas avanzadas, dada la condición de productores de conocimiento, como lo planteamos en el Capítulo 5. Creemos que una fortaleza en la manera de preguntar en el Cuestionario, al solicitar dos opciones por pregunta, es que nos brindó información acerca de la consistencia en las respuestas individuales al interior de cada pregunta. Sin embargo, no esperábamos encontrar respuestas directas combinadas con las constructivas, como de hecho relevamos. Tampoco esperábamos encontrar una presencia tan importante de elección de opciones directas. Recordemos al respecto que 46 participantes de los 71 manifestaron respuestas directas y/o interpretativas únicamente (Perfil Directo-Interpretativo), o en combinación con respuestas constructivas (Perfil Ecléctico).

Las opciones directas tuvieron mayor incidencia en el contexto de educación. Esto indica que es en este contexto donde los científicos más apelan a sus modelos implícitos, lo que podría deberse a que no han pasado por un proceso de explicitación, como podría suceder en el contexto de la divulgación, a la que se acercan ya de la mano de su profesión.

Por otra parte, 38 de los 71 participantes consideraran enfoques constructivos, aunque 13 de ellos lo hacen de manera incidental (Perfil Ecléctico), mientras que 25 lo hacen de manera consistente (Perfil Constructivo).

Profundizando en las diferencias de respuesta que encontramos para el contexto de divulgación y para el contexto de educación científica, comprobamos que existen diversidad de respuestas al expresarse sobre las condiciones, procesos y resultados de la divulgación y de la educación científicas. En este sentido, para el contexto de divulgación, los participantes mostraron posturas constructivistas en mayor medida en lo referente a los resultados y condiciones del aprendizaje y en menor medida en relación a procesos y la consideración de las ideas previas para la comprensión. Esto podría estar mostrando posturas menos avanzadas en lo que respecta al

acompañamiento del proceso de adquisición de conocimiento, y posturas más elaboradas respecto a cuáles y cómo deberían ser los puntos de partida y de llegada.

En el contexto de educación, en cambio, las frecuencias para los tres factores (condiciones, procesos y resultados) se acercan. Además, el predominio de las posturas constructivistas no es tan marcado. En este contexto, el comportamiento es similar tanto para las condiciones como para los procesos en educación científica.

Notablemente, ninguna de las características de los participantes, como la experiencia en docencia, divulgación, edad, género, prácticas divulgativas y elección del texto mostraron relación con los Perfiles Conceptuales, lo que abona la interpretación de que los modos de pensar la educación y divulgación científica se relacionan más con las trayectorias y vicisitudes personales de los científicos que con características de los ámbitos en los que se han formado, desarrollado y ejercido como profesionales de la ciencia.

En este sentido, más allá de la eficacia del cuestionario, podemos decir que este tipo de herramientas puede ser de utilidad frente a iniciativas en comunicación de la ciencia, al permitir tener una idea preliminar de las concepciones de los investigadores en este campo.

Retomamos la pregunta del Capítulo 2 acerca de quién debe dedicarse a la divulgación (científicos, periodistas, etc.). Según nuestros resultados, resulta evidente que no está garantizado que porque la lleve adelante un científico la divulgación va a ser más eficaz, al brindar elementos para que ocurra un diálogo entre los conocimientos científicos y los del destinatario, dado que el científico-divulgador podría responder a un Perfil Directo-Interpretativo. A partir de estos resultados, consideramos que son muchos los motivos por los que es bueno que los científicos se acerquen a la divulgación, principalmente porque disponen de un profundo conocimiento disciplinar, pero que es igual de importante tener en cuenta sus concepciones acerca de cuestiones relacionadas con ella.

*Elegir, evaluar y componer en relación a la divulgación científica*

Como mencionamos en el Capítulo 3, Mortimer (2001) introduce el concepto de Perfil Conceptual. Si bien los instrumentos utilizados nos permitieron acercarnos a los participantes según sus Perfiles Conceptuales, Evaluativos y Léxicos, también nos permiten confirmar que podrían coexistir al interior de ellos diferentes representaciones organizadas en niveles representacionales diversos y con mayor o menor integración jerárquica entre ellas. Recordemos que Mortimer (2001) sostiene que los científicos utilizarían distintos modos de pensar según los diferentes dominios, siendo así que un mismo concepto podría estar distribuido entre distintos tipos de pensamiento, dando como resultado distintos tipos de perfil. Podríamos pensar que tal es el caso, por ejemplo, de STEN y MATS, que evidenciaron comportamientos diferenciados en las tres tareas.

Cómo planteáramos en el Capítulo 3, suponíamos que no encontraríamos manifestaciones de las teorías “puras”, sino que podrían mostrar diferencias respecto a algunos aspectos sobre los que indagamos y mostrarse más o menos consistentes a lo largo de las tres tareas. La mayor consistencia en las respuestas la encontramos en los extremos, es decir, en el Perfil Directo-Interpretativo y en el Perfil Constructivo: ERIK y TEO, del Perfil Directo-Interpretativo y LENA e IAN, del Perfil Constructivo, son quienes muestran la mayor consistencia a lo largo de las tareas. De todas formas, tal como suponíamos, la postura constructivista fue la más consistente, dado que tal y como plantean algunos autores (Pozo, *et al.*, 2006) es la única que muestra un mayor grado de explicitación.

Sostenemos que no porque una persona sea científica podremos inferir cuál es su postura frente al conocimiento, su adquisición y transmisión. Podríamos pensar que aquellos que se dedicaron a pensar más en el tema llegan a posturas más consistentes y constructivas. Estos resultados nos llevan a proponer que una mejor divulgación de la ciencia se dará por medio de la conformación de equipos interdisciplinarios que aporten diversos puntos de vista que lleven a una mayor explicitación de los factores involucrados en ella.

En la Fase 2 los cuestionamientos que nos guiaron se centraron en los textos concebidos como para la divulgación de la ciencia. Para ello seleccionamos nueve

participantes que informaron ser autores de por lo menos dos textos compuestos para diversos medios, pero todos con el objetivo de ser escritos para un público no experto. Luego de esa selección, les propusimos dos tareas: evaluar un texto dado (el mismo para todos), en un marco similar al de las evaluaciones que se suelen realizar para los artículos científicos, y la selección de un texto compuesto por ellos con fines divulgativos. Con estas tareas nos proponíamos explorar si y cómo esos Perfiles Conceptuales se manifestaban ante esas dos tareas, en el sentido de analizar qué priorizan al evaluar un texto o qué recursos utilizan al componerlo. Encontramos que la manifestación de las concepciones se relaciona, por ejemplo, con el tipo de tarea, indicando Perfiles Evaluativos y Léxicos, que apelan a recursos distintos moviéndose en un continuo que iría de posturas más cercanas a la teoría Directa hacia posturas más constructivistas. Nuestros supuestos en este sentido se vieron confirmados: la manera de concebir y operar con el género divulgativo se vincularía a los Perfiles Conceptuales, pues éstos -al menos en nuestro estudio de casos- parecieron influir en la manera de evaluar un texto o de componerlo. En función de nuestros resultados, que si bien hay que seguir profundizando al provenir de un estudio exploratorio, podemos detectar algunas estrategias que pueden servir a otros investigadores que se inician en tareas divulgativas o aquellos que sienten que sus esfuerzos en ellas no rinden los frutos esperados. Principalmente, tener más en cuenta al tipo de lector al que va dirigido el texto, analizar las propias concepciones para apuntar a una comunicación científica constructiva, conocer y reflexionar sobre las potencialidades de herramientas de escritura como son los recursos retóricos, temáticos, enunciativos, etc., entre otros.

## **11.2. Cuestiones vinculadas con los resultados**

### **11.2.1. LOS PERFILES CONCEPTUALES Y SU RELACIÓN CON LAS TEORÍAS IMPLÍCITAS DEL APRENDIZAJE**

Pozo *et al.* (2006) afirman que las concepciones son representaciones complejas por lo que no debemos restringir su comprensión a lo que se observa de manera directa sino que debemos inferirlas por medio de diversos acercamientos, teniendo siempre en cuenta que se revelan diferentes aspectos según el tipo de abordaje. Tal como las definen estos autores, las Teorías Implícitas son “un conjunto de principios que

restringen tanto nuestra forma de afrontar como de interpretar o atender las distintas situaciones de enseñanza y aprendizaje a las que nos enfrentamos” (pág. 79). Si bien el acceso a esas representaciones puede ser parcial y dependiente de diversos factores, Dienes y Perner (1999) proponen un modelo jerárquico de explicitación o de explicitación progresiva de las representaciones, que en sintonía con lo propuesto anteriormente por Vygotsky (1934, 1978, 1983), ha sido de utilidad para comprender los procesos de explicitación con diversos grados de profundidad y la relación entre lo individual y lo cultural. Pozo (2003) sostiene que este modelo explicaría, por ejemplo, por qué algunos sistemas externos de representación terminan objetivándose o naturalizándose como parte de la culturización, tomándose como naturales. Cada persona individualmente reconstruye estos procesos culturales, apropiándose de ellos de manera que “los conocimientos culturales explícitos han sido asimilados, y en esa medida reducidos o restringidos, al funcionamiento implícito de la mente” (Pozo, 2003; p. 173).

Al entender que la divulgación de la ciencia es una situación de enseñanza y aprendizaje en tanto busca que el receptor adquiera el conocimiento que se le transmite, podemos afirmar que nuestros resultados están alineados con estas afirmaciones. Nuestro interés fue el de explorar la relación entre esas Teorías y los Perfiles Conceptuales, Evaluativos y Léxicos que encontramos y creemos haber hecho un aporte en este sentido: la divulgación de la ciencia puede vincularse a las Teorías Implícitas del Aprendizaje y ser concebida desde distintos perfiles y que esas concepciones pueden manifestarse de maneras distintas. Entendemos que estos Perfiles Conceptuales, Evaluativos y Léxicos operarán como principios generales que se manifestarán “con diverso grado de coherencia y consistencia en función de los contenidos, dominios o contextos en que se examinarán” (Pozo *et al.*, 2006; Pág. 90).

Como hemos visto en nuestros resultados, la manifestación de las Teorías Implícitas del Aprendizaje ha sido más o menos consistente dependiendo de las características de cada una de las tareas, por lo que justificaría la razón de los movimientos en relación a las Teorías del Aprendizaje evidenciados. Pero es la Teoría Constructiva la que podemos considerar como la única que es una teoría propiamente



dicha de entre las tres consideradas, por su necesaria calidad explícita (Pozo *et al.*, 2006). En este sentido podemos decir que los resultados confirmarían este supuesto, dado que LENA, la participante paradigmática de esta teoría es quien muestra la mayor consistencia y coherencia a lo largo de toda la investigación.

Los resultados obtenidos respecto a los Perfiles Conceptuales, Evaluativos y Léxicos entendidos desde la Teorías Implícitas del Aprendizaje nos parecen de suma importancia para tenerlas en cuenta en la formación de los investigadores en el sentido llevarlos a una meta-reflexión sobre sus posturas frente a la enseñanza y aprendizaje en tanto futuros docentes y futuros comunicadores de sus investigaciones (a colegas y a legos).

### **11.2.2. PERFILES (CONCEPTUALES, EVALUATIVOS, LÉXICOS) Y LAS PRÁCTICAS**

En la línea de lo planteado en el punto anterior, no solo es importante haber encontrado la manifestación de distintos Perfiles (Conceptuales, Evaluativos y Léxicos) en relación a las tareas propuestas, sino que también lo es a la hora de pensar en las prácticas. Las decisiones que se toman a la hora de llevar a cabo una tarea, en este caso, relacionada con la divulgación de la ciencia, se hará enmarcada en las concepciones en relación a cómo debe transmitirse el conocimiento y cómo éste se adquiere. Esto estaría mostrando la multidimensionalidad de las concepciones, ya que se apelan a recursos diferentes según la tarea, contexto, requerimientos, disponibilidad, etc. Es decir, las prácticas estarán determinadas por las concepciones y no solo por las características del contexto y de la tarea. Nuestros resultados estarían confirmando lo planteado por esta línea teórica, al evidenciar cómo esos perfiles se pusieron de manifiesto a lo largo de las tareas propuestas, a pesar de las diferentes propiedades de cada tarea. Creemos que estos resultados aportan de manera novedosa, la manera de abordar la comunicación pública de la ciencia.

En este sentido, podemos suponer que nuestros resultados confirman la posible relación entre los modelos de comunicación de la ciencia y las Teorías Implícitas del Aprendizaje presentada por nosotros en la Tabla 3.2. (Capítulo 3). Podríamos pensar

que la Teoría Directa llevará adelante una comunicación correspondiente al modelo de déficit (Durant, 1999; Lewenstein, 2003; Weigold, 2001) y que aquellos con concepciones constructivas lo harán siguiendo un modelo dialogal (Bucchi, 2008).

Podríamos sostener la importancia de tener estas cuestiones en consideración, explicitándolas e incluirlas, por ejemplo, en la formación de los científicos, para que puedan desempeñar en forma más potente y efectiva su cada vez más necesaria participación en actividades de comunicación científica a comunidades más amplias y heterogéneas. Es decir, la promoción y formación en la divulgación científica podría pensarse como una necesidad en las profesiones en la *Sociedad de la Información* o una de las nuevas alfabetizaciones ineludibles para el Siglo XXI, no sólo en lo que hace a sus destinatarios, sino también a sus propios agentes, quienes podrían beneficiarse de oportunidades para extender y revisar sus formas de abordar la comunicación científica para destinatarios más alejados de la comunidad científica.

### **11.2.3. LA RELACIÓN ENTRE LO REGULAR Y LO PARTICULAR, ENTRE LO INDIVIDUAL Y LO CULTURAL**

Una tercera manera de pensar nuestros resultados es a través de lo común y lo singular o lo regular y lo particular. Sostenemos que los humanos construimos nuestra identidad sobre la base de lo que está disponible culturalmente. El perfil conceptual que cada persona elabora o pone en juego en un momento dado será particular de ella en función de su historia, pero no debemos olvidar que son producto del paso de esa persona en una determinada cultura y determinado momento histórico. En esta línea, Cassany y Morales (2009) sostienen que las prácticas letradas permiten construir identidad, ya que cada persona dependería en gran medida del conjunto de sus prácticas lectoras y escritoras en las que toma parte y que ésta se proyecta a los destinatarios. Esa identidad será positiva y satisfactoria en la medida que se dominen los recursos discursivos.

Entendemos que las prácticas divulgativas estarán enmarcadas en las representaciones implícitas adquiridas en un marco sociocultural determinado, mediadas por las prácticas y el discurso. Nuestros resultados concordarían con esta manera de explicar las prácticas, dado que hemos mostrado que los distintos perfiles resuelven las

tareas de manera diferenciada y de acuerdo a las restricciones que les impondrían sus Perfiles Conceptuales, Evaluativos y Léxicos.

#### **11.2.4. RELACIÓN EXPERTO-NOVATO**

Una de las cuestiones que planteamos al iniciar esta investigación fue si podríamos considerar a los investigadores escritores expertos en divulgación, al considerarlos expertos en escritura académica. Si bien la divulgación no sería su área de pericia, podemos considerarlas actividades cercanas, si bien demandan posicionamientos distintos. En ese sentido, podemos pensar que experto es aquel que por medio de procesos autoregulatorios puede aplicar sus conocimientos a las tareas relacionadas con su pericia, es decir que puede planificar y coordinar las estrategias acordes con la tarea, supervisar el desarrollo y evaluar el resultado (Mateos 1999). Los participantes de nuestra investigación son expertos (tanto en lo referente a lo conceptual como a la escritura académica), pero, en la mayoría de los casos, la divulgación es una tarea no rutinaria y novedosa para ellos. ¿Podríamos considerarlos expertos en la escritura para divulgación por esta cercanía procedimental? Creemos que no, pero que sí podrían considerarse novatos competentes (Mateos, 1999) que se implican de manera estratégica en la tarea, pero que, en algunos casos no alcanza para terminar de considerar todos los factores intervinientes. Bereiter y Scardamalia (1983) proponen el modelo de transformación del conocimiento como aquel más estratégico que alcanzaría para explicar la escritura académica, área de pericia de los investigadores. Pero creemos que aquellos que evidencian un perfil constructivos en relación a lo conceptual, evaluativo y léxico operarán con el modelo de elaboración del conocimiento propuesto por Kellogg (2008) para resolver la actividad de escritura en divulgación (tanto respecto a la evaluación como a la composición). Ya que si bien los participantes demostraron un conocimiento experto respecto a la escritura y al tema abordado, aquellos que evidenciaron los otros tipos de perfiles, no lograron resolver la tarea de manera totalmente provechosa y eficaz. También es interesante la propuesta de Kellogg en relación el tiempo necesario para adquirir la pericia, que según él no se es experto antes de contar con alrededor de 10 años de experiencia como autor. En este sentido, la mayoría de los participantes contaron con experiencia respecto a su dedicación a la ciencia, pero no así a su dedicación a la divulgación o composición de textos

divulgativos. IAN y LENA, confirmarían esta suposición de Kellogg (2008), ya que cuentan con una experiencia sostenida en divulgación que supera los diez años. En estos casos podemos pensar que una experiencia mayor en años (pericia) permitió una reflexión más profunda y, en consecuencia, explicitación de las cuestiones relacionadas a la divulgación y por ello, les permitiría una teoría propiamente dicha.

En tanto, en el caso de STEN como en el MATS, vemos que en ningún caso muestran una postura más avanzadas de la mostrada en la primera tarea, sino que cuando no coinciden en el mismo Perfil Conceptual, lo hacen con un nivel de sofisticación más bajo, en las tareas que exigen un mayor involucramiento.

A lo largo del presente estudio hemos notado la fuerza con la que opera una regla no escrita entre los científicos, que establece que deben evitarse las fórmulas a la hora de componer un texto de divulgación, ya que suelen desanimar a cualquier lector no experto. Esta “regla” parece aplicarse en los materiales seleccionados por los participantes, ya que ninguno de éstos contiene fórmulas aunque, como hemos analizado en el Capítulo 10, algunos contengan gran cantidad de palabras especializadas o nomenclatura disciplinar específica de la Física, especialmente en los textos del Perfil Conceptual Directo-Interpretativo.

Por lo expuesto hasta aquí podemos afirmar que las tareas y los sistemas de análisis utilizados y/o diseñados para este estudio contribuyen a comprender la valoración que hacen los investigadores en Física al concebir la divulgación de los textos por medio de textos.

### **11.3. Aportes para pensar las actividades de divulgación de la ciencia**

En relación a las cuestiones recién esbozadas, pensamos que si bien queda mucho por seguir investigando en esta línea dada la falta de estudios que aborden la divulgación desde el marco teórico de las Teorías Implícitas del Aprendizaje y que contrasten nuestra propuesta y resultados, hemos aportado una nueva mirada que puede ayudar a comprender mejor a la divulgación de la ciencia y las estrategias necesarias para llevarla a cabo de manera exitosa, es decir logrando transmitir conocimiento y que el receptor lo adquiera.

Suponemos que los investigadores tendrán en un futuro cercano, una demanda creciente de actividades de comunicación de la ciencia, dado que estamos inmersos en una sociedad determinada en gran medida por la ciencia y sus avances y porque vivimos en la tan mentada *Sociedad de la Información*. Es por ello que este tipo de investigación puede echar luz sobre muchos de los factores que la condicionan, así como integrar esas cuestiones en la formación de base de las diversas disciplinas científicas, aportando al diseño de actividades que permitan a los investigadores ser conscientes de sus concepciones para, a través de un proceso de explicitación, entrar en un proceso de redescipción que les permita avanzar hacia posturas más constructivas y que por medio de la reflexión y metacognición tengan en cuenta, de manera integrada al lector, al autor, el tema, los recursos, la estructura, la diferentes dimensiones discursivas, el contexto, etc.

Por otro lado, nuestro estudio deja claro, como ya lo planteáramos en el Capítulo 2, la importancia y necesidad de crear instancias de evaluación de la divulgación y proyectos de comunicación científica o educación informal, dado que no todas las iniciativas –ya sean exhibiciones, muestras, museos de ciencia, centros interactivos, charlas, videos, documentales, textos, etc. – logran cumplir exitosamente con el objetivo de aportar conocimiento científico al público lego. Y en ese sentido, poder acercarse a los Perfiles Conceptuales, Evaluativos y/o Léxicos de los divulgadores y evaluadores de la divulgación permitirá cubrir, en parte, la falta de herramientas útiles de evaluación de la efectividad de la divulgación tal como lo plantean Hvidfeldt Nielsen, Kjaer y Dahlgaard (2007) y Martínez Morales (2008).

#### **11.4. Limitaciones**

Las limitaciones de la investigación que aquí concluimos son variadas. La principal, ya lo hemos mencionado, es que los investigadores se involucran relativamente poco en este tipo actividades y aquellos que lo hacen, tienen poca experiencia en divulgación. Si bien esta tendencia está cambiando (por muchos factores, tanto estratégicos, globales, disciplinares, locales, políticos, económicos, etc.), todavía es un campo de acción virgen y novedoso.

No solo la experiencia general en divulgación, ha sido una limitante, sino que aquellos que tenían alguna experiencia, tal vez no era en textos escritos, pero en otros formatos comunicativos (charlas, exhibiciones, etc.). El contar para nuestro estudio con pocos con investigadores que fueran autores de por lo menos dos textos de divulgación nos forzó a realizar un estudio acotado que condicionó los resultados y a las predicciones que podríamos hacer a partir de ellos. Sin embargo, valió de todas formas para vislumbrar la necesidad de profundizar en la comprensión de los componentes de la comunicación pública de la ciencia por medio de textos.

Respecto a las limitaciones de los instrumentos de recogida de información, podemos decir que, como ya hemos mencionado, es muy difícil acceder a las concepciones más implícitas y que siempre estarán mediadas por diferentes recursos que permiten algún grado de explicitación. Sin embargo, creemos que el haber elegido diversos tipos de instrumentos y tareas, permitió acercarnos a un patrón de respuesta de los participantes más completo que si hubiéramos tomado un solo instrumento de recogida de información. De todas maneras, podemos pensar en complementar estas respuestas con una mayor variedad de tareas, que exijan posicionamientos bien diferenciados, así como en contextos diversos, para poder acceder de manera más completa a las posturas de los participantes.

Por otro lado, pensamos que podríamos haber utilizado algunas tareas más abiertas, dado que tanto el cuestionario como la planilla de evaluación, son instrumentos con preguntas cerradas o semi-abiertas. Tal vez, un contexto de expresión menos pautado podría darnos más pistas o complementar la que nos dan las preguntas cerradas o semi-abiertas.

Creemos que al haber decidido explorar las concepciones a través de textos de divulgación, restringió la posibilidad de llevar a cabo un estudio más amplio, ya que pocos de los 71 participantes de la Fase 1, eran autores de más de dos textos de divulgación. Podría, tal vez, pensarse en analizar las concepciones por medio de otros materiales o actividades (videos, charlas, posters, etc.). Y, sobre todo, pensamos que para el análisis de los textos habría sido más rico y profundo de haberlo hecho en conjunto con los autores.

### 11.5. Perspectivas futuras

Por lo novedoso de nuestro abordaje, las perspectivas futuras de investigación y profundización en esta área de investigación son innumerables. Algunas de las preguntas que nos planteamos al comenzar quedaron con respuestas a medias y se abrieron nuevas a partir de los resultados obtenidos. La temática de la comunicación de la ciencia permite infinitas miradas y como tal es inagotable. El mismo corpus podría utilizarse para otros análisis, ampliarse desde otras perspectivas como, por ejemplo, la del Análisis del Discurso, o completarse analizando cómo los lectores reciben y entienden los distintos textos. Enumeramos a continuación las líneas de análisis que pensamos abordar una vez finalizada esta instancia o que pensamos serían líneas interesantes para tener en cuenta, tanto para nosotros como para otros investigadores:

- Análisis de la manera en que operan las concepciones para otro tipo de actividades divulgativas (charlas públicas, elaboración de guiones para videos, proyección de experimentos para exhibiciones o diseño de módulos interactivos para museos, entre otros). Dado que algunas de estas actividades tienen también una base textual, ya que las charlas suelen basarse en una primera versión por escrito, así como acompañarse con presentaciones del tipo *Power Point* y los guiones de documentales o videos también parten de un texto, los experimentos y módulos interactivos tienen otro formato. Nos interesa analizar las similitudes y diferencias respecto a lo ya analizado por nosotros.
- Es interesante también profundizar en cómo las concepciones en la edición científica y /o de divulgación. En una próxima etapa indagaremos sobre las concepciones en editores de divulgación y científicos. La tarea de Referato nos resultó sumamente rica, pero nos preguntamos cómo se inscribe esa evaluación en un proceso normal de edición: por ejemplo, cuando un editor acepta o no un texto, selecciona los evaluadores, da curso a sus respuestas y sugerencias y determina la línea editorial de una publicación. Esto abre una nueva y novedosa línea para seguir indagando.

- Nos parece interesante seguir profundizando en aspectos que se relacionan con la escritura de textos de divulgación, ya que esta investigación no la concluye, sino todo lo contrario, instala nuevos y más interrogantes. Un ejemplo de algunas cuestiones que no tomamos en cuenta en nuestra investigación fue las de si la experiencia en edición (científica y/o en divulgación) influye en el tipo de respuestas, o la relación de la escritura según los públicos diversos.
- Indagar la manifestación de las concepciones desde otros abordajes y con otros instrumentos de recolección de datos, como por ejemplo, entrevistas abiertas, cuestionarios de preguntas abiertas, etc.).
- Los participantes de nuestra investigación fueron todos investigadores en Física. Nos interesa comparar nuestros resultados con otro tipo de disciplinas, como por ejemplo, con la comunicación pública de las ciencias sociales. Así como también con otras disciplinas dentro de las ciencias duras u otras manifestaciones culturales como el arte o la música.
- También nos interesa comparar la divulgación de la ciencia que realizan los científicos con aquella realizada por periodistas científicos.
- También nos interesa comparar nuestros resultados con las concepciones en docentes los resultados con docentes en Física, en particular, y docentes de ciencias en general, así como relacionarlo con los distintos niveles educativos.
- Y volviendo a los textos, nos interesa profundizar y comparar los resultados obtenidos en relación a los textos, pero desde otra perspectiva: en lugar de analizar un texto propio previo, queremos analizar cómo los distintos perfiles resuelven la escritura de un mismo texto. Esto es, solicitar un texto de determinada extensión, para determinada audiencia, pero en que el tema sea el mismo para todos, y así analizar las similitudes y/o diferencias en función de los Perfiles Conceptuales y Léxicos.



- Nos interesa desarrollar guías de escritura para divulgación que pueda servirle a autores no formados en este tipo particular de escritura, así como guías para comunicación de la ciencia en general.
- En relación a la comunicación del ciencia, nos interesa, para investigaciones futuras, relacionarlas con los modelos de educación informal en torno a los museos y centros interactivos de ciencia (Alderoqui Pinus, 2009; Alderoqui y Pedersoli, 2011; Gonzalez, 2007). Estos autores establecen distinciones entre la manera de comunicar de los museos tradicionales y los interactivos. En especial, nos interesa analizar la relación entre los Perfiles Conceptuales, Evaluativos y Léxicos con la clasificación de los museos propuesta de McManus (1992) según tres generaciones:
  - Primera Generación: Aquellos caracterizados por exhibiciones de objetos. Muy característicos de los museos de ciencia hasta los años 60 y 70.
  - Segunda Generación: Museos centrados en la exhibición de los avances de la ciencia y desarrollo de secciones didácticas. Consideran la ciencia como un logro cultural.
  - Tercera Generación: Énfasis en la ciencia actual y en los visitantes. Surgen los museos y centros interactivos. Identifica dos tipos de museos o centros de tercera generación en la actualidad:
    - Aquellos centrados en exhibiciones interactivas que ponen el eje en una sola temática.
    - Centros de ciencia en los que predominan las ideas sobre los fenómenos. El eje está puesto en permitir la experimentación para la construcción de conocimiento.

### **11.6. Reflexiones finales**

No queremos concluir sin unos comentarios finales. Al igual que comencé contando la motivación para llevar adelante esta tesis, quiero terminar compartiendo algunas reflexiones que surgieron a partir de este proceso.

Mucho se ha escrito sobre dos temas muy relacionados con nuestra investigación. Por un lado, el momento histórico que transitamos es particularmente interesante, porque estamos en la denominada *Sociedad de la Información*, de los que hay innumerables trabajos escritos (aunque otras líneas prefieren otra caracterización, diciendo que pasamos de la Revolución Industrial, a la Revolución Tecnológica para llegar hoy en día a la Revolución de la Comunicación). Esta disponibilidad y acceso a la información gracias a las facilidades y recursos de la comunicación actuales no aseguran conocimiento, sobre lo que también se ha escrito mucho. Por otro lado, desde los sectores de la educación, surge uno de los principales problemas actuales y para el que no se termina de encontrar una solución: la enseñanza y aprendizaje de la ciencia (sobre lo que también hay ríos de tinta).

Ambos temas están muy relacionados entre sí y, a la vez, muy separados. Los avances científicos y tecnológicos nos permiten desarrollos antes impensados pero a la vez, supuestamente, cada vez sabemos o entendemos menos de lo que esta sociedad nos ofrece en relación a Ciencia y Tecnología. Incluso se dice que comenzamos pensando que la Ciencia y la Tecnología resolverían todos los problemas de la humanidad, para llegar a las actuales posturas, más cautas, en las que tememos sus consecuencias sobre algunos caminos nefastos que la Ciencia puede tomar como, por ejemplo, los usos bélicos de la ciencia nuclear y la manipulación genética. La gente común busca entender estos temas, pero muchas veces se encuentra con que las instituciones que cuentan con el conocimiento más avanzado no dan explicaciones a la comunidad, o que cuando lo hacen, no las entienden. Y el no saber produce miedo. Esperamos que en un futuro cercano algunas de estas instituciones comprendan la importancia y potencial enorme de la buena y eficaz comunicación de la ciencia, como algo que, al final, les redundará en

beneficios (por ejemplo, las carreras científicas podrán tener más de esos alumnos que tanto escasean).

En esta línea esperamos haber hecho algún aporte, sobre todo desde lo novedoso del abordaje. Esperamos, también, que así como planteamos algunas de las líneas a seguir, de entre las muchas que se nos ocurren, también se multipliquen las investigaciones interdisciplinarias sobre la comunicación pública de la ciencia.

Pero lo que queremos destacar sobre todas las cosas, es el valor y el potencial inmenso que tiene la divulgación de la ciencia en relación a los dos puntos con que iniciamos las reflexiones de este apartado. Creemos fuertemente que la divulgación de la ciencia puede aportar en este sentido y encontrar nuevas maneras de pensar la educación científica, pudiendo ser un fuerte aliado de la educación formal, aportando nuevas tecnologías, miradas, discursos y abordajes hacia la ciencia. Pero, tal como hemos mostrado con nuestros resultados, no todo científico puede aportar a una educación que genere un posicionamiento activo, colaborativo y reflexivo en estudiantes y docentes. Por ello, la integración de espacios sistemáticos de reflexión y formación educativa para quienes se dedican a la producción de conocimiento científico parece clave.

Los cambios llegan muy lento y, a veces tarde, a los planes de estudio y a las instituciones escolares. La divulgación de la ciencia, concebida desde perspectivas altamente comunicativas y constructivas puede ayudar a subsanar esta disociación. Nos queda, entonces, la pregunta sobre si la divulgación no será una verdadera herramienta educativa para que los ciudadanos comprendan y se acerquen a la ciencia, promoviendo así una *modernización reflexiva* (Beck, 1986). Ya que es desde ese lugar de mayor diálogo que el lego podrá tener mayor acceso en cantidad y calidad de lo que la Ciencia y la Tecnología le ofrecen (y determinan). En la medida que la divulgación científica - aquella que pensada y realizada desde un enfoque constructivo- se alíe a la educación formal, podrá ser una potente herramienta de la enseñanza de la ciencia, ampliando sus

recursos comunicativos, los públicos, los medios de comunicación, la atención, el interés, y un infinito etc.

Por último queremos mencionar que esta línea de investigación tiene un gran potencial en lo que puede aportar respecto de la evaluación de los textos tanto divulgativos como académicos. Creemos que si se tienen en cuenta estas cuestiones en la evaluación de los textos, podrán lograrse textos divulgativos con un mayor valor comunicativo.

## REFERENCIAS

- Aikenhead, G. y Ryan, A. (1992). The Development of a New Instrument: Views on Science-Technology-Society (VOSTS). *Science Education*, 76, (5), pp. 477-491.
- Albornoz, M. *et al.* (2003). Resultados de la encuestas de precepción pública de la ciencia realizada en Argentina, Brasil, España y Uruguay. Proyecto de indicadores de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 1, (5), RICYT/CYTED-OEI.
- Albornoz, M. (2007). *La percepción de los argentinos sobre la investigación científica del país*. SECyT: Buenos Aires.
- Albornoz, M. (2009). *El estado de la ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos*. Redes: Buenos Aires.
- Alcibar, M. (2004). La divulgación mediática de la ciencia y la tecnología como recontextualización discursiva. *Anàlisi*, 31, 43-70.
- Alderoqui Pinus, D. (2009). *Los módulos interactivos en un museo de ciencias como herramientas de aprendizaje científico*. Tesis doctoral no publicada, Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de Madrid, España.
- Alderoqui, S. y Pedersoli, C. (2011). *La educación en los museos. De los objetos a los visitantes*. Buenos Aires: Paidós.
- Alinovi, M. (2010). Divulgación científica, fascinación y crítica. *Suplemento Futuro de Página/12*, sábado 12 de junio de 2010. Disponible en: <http://www.pagina12.com.ar/diario/suplementos/futuro/13-2362-2010-06-12.html>
- Anderson, J. R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge, Ma: Harvard University Press.
- Aparicio, J. A. y Pozo, J. I. (2006). De fotógrafos a directores de orquesta: las metáforas desde las que los profesores conciben el aprendizaje. En J. I. Pozo; N. Scheuer; M. P. Pérez Echeverría; M. Mateos; E. Martín y M. de la Cruz, M. (Eds): *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje Las concepciones de profesores y alumnos*. Barcelona: Graó.
- Baccalá N. y Montoro, V. (2008). *Introducción al Análisis Multivariado*. Cuaderno Universitario n° 51. Centro Regional Universitario Bariloche. Universidad Nacional del Comahue. Secretaría de Investigación y Extensión: CRUB, UNC.
- Bajtín, M. M. (1973). El problema de los géneros discursivo. En M. M. Bajtín, *Estética de la creación verbal*, México, D.F.: Siglo XXI.
- Bajtín, M. M. (1973). *Estética de la creación verbal*. México, D. F.: Siglo XXI.

- Baquero, R. (2006). *Sujetos y aprendizaje* -1ª. ed.- Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación.
- Baram-Tsabari, A. y Lewenstein, B. (2012). An Instrument for Assessing Scientists' Written Skills in Public Communication of Science. *Science Communication* (34), pp. 1-30.
- Barceló, M. (1998). Ciencia, divulgación científica y ciencia ficción. *Quark, Ciencia, medicina, comunicación y cultura*, Publicación del Observatorio de la Comunicación Científica de la Universidad Pompeu Fabra, 11, pp. 35-43. Disponible en: <http://quark.prbb.org/11/default.htm>
- Barona Villar, J.L. (1998). Nuevos Retos y perspectivas de la comunicación científica. *Quark: Ciencia, medicina, comunicación y cultura*. Publicación del Observatorio de la Comunicación Científica de la Universidad Pompeu Fabra, 11 (11), pp. 44-52. (Monográfico: Escribir ciencia). Disponible en: <http://quark.prbb.org/11/default.htm>
- Barthes, R. (1966) Introduction a l'analyse structural des récits, *Communications*, 8, pp. 1-27.
- Bartsch, K. y Wellman, H.M. (1995). *Children Talk about the mind*. Nueva York: Oxford University Press.
- Bauer, M.W. y Jensen, P. (2011). The mobilization of scientists for public engagement. *Public Understanding of Science*, 20 (1) 3-11.
- Bautista, A. (2009). *Concepciones de profesores y alumnos de piano sobre la enseñanza y el aprendizaje de partituras musicales*. Tesis doctoral presentada en el Departamento de Psicología Básica de la Facultad de Psicología. Madrid: UAM Ediciones.
- Bautista, A.; Pérez Echeverría, M.P. y Pozo, J.I. (2010) Music performance teacher's conceptions about learning and instruction: a descriptive study of Spanish piano teachers. *Psychology of Music*, 38, (1), 85-106
- Baxter Magolda, M. B. y Porterfield, W. D. (1985). A new approach to assess intellectual development on the Perry scheme. *Journal of College Student Personnel*, 26, 343-351
- Bazerman, Ch. (1988). *Shaping written knowledge*. Madison: University of Wisconsin Press.
- Bazerman, Ch.; Bonini, A.; Figueiredo, D. (2009). (Eds.) *Genre in a Changing World*. Indiana: Parlor Press.

- Bazerman, Ch.; Little, J. y Chavkin, T. (2003). The production of information for gendered activity spaces: Informational Motives and consequences of the environmental impact statement. *Written Communication*, 20, (4), pp. 455-477.
- Bazerman, Ch.; Rogers, P. (2008). *Writing and Secular Knowledge within Modern European Institutions*. Nueva York: Routledge.
- Beaugrande, R. y Dressler, W. (1997). *Introducción a la lingüística del texto*. Barcelona: Ariel.
- Beck, U. (1986). *Risikogesellschaft: Auf dem Weg in eine andere Moderne*. Frankfurt am Main: Suhrkamp
- Beck, U. (1995). *Ecological Politics in the Age of Risk*. Cambridge: Polity Press.
- Belenky, M. F.; Clinchy, B.M.; Goldberger, N.R.; Tarule, J.M. (1986). *Women's ways of knowing: The development of self, voice and mind*. Nueva York: Basic Books.
- Bell, P., Lewenstein, B. V., Shouse, A., y Feder, M. (Eds.) (2009). *Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits*. Washington, DC: National Academies Press.
- Bengtsson, A. (2004). *Concepciones sobre divulgación y aprendizaje de la ciencia en autores de textos de divulgación científica*. Presentación DEA. Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de Madrid.
- Bengtsson, A. (2006). Concepciones en investigadores del área de la Física sobre transmisión y adquisición de conocimiento científico a partir de textos de divulgación científica. Documento presentado en la Reunión de la Universidad Autónoma de Madrid, Universidad del Comahue, Cátedra UNESCO e Instituto Balseiro (Universidad Nacional de Cuyo): *Educación Científica y Educación Secundaria*, Bariloche, Río Negro, Argentina.
- Bengtsson, A.; Scheuer, N. Mateos, M. (2008). Cuando investigadores en Física piensan acerca de la Educación y la Divulgación de la ciencia. Documento presentado en la Reunión de la Universidad del Comahue (Centro Regional Universitario Bariloche) y Universidad Autónoma de Madrid, *Nuevas alfabetizaciones en la Educación del Siglo XXI*. Bariloche, Río Negro, Argentina.
- Bengtsson, A.; Scheuer, N. y Mateos, M. (2010). Communicating science to a lay audience through texts: A study of physicists' conception, peer reviewing and written productions. *12ª Conferencia Internacional the EARLI, Special Interest Group on Writing*. Heidelberg, Alemania.
- Benigni, A. (2012). Concepciones sobre ciencia que subyacen en los concursos "Hagamos ciencia" y "La Gran Aventura del Espacio", enmarcados en el Programa de Comunicación de la ciencia de la UNL. *Revista Iberoamericana d Educación/Revista Ibero-americana de Educação*, OIE. (59) 1, 1-10. Disponible en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/5147Benigni.pdf>

- Bereiter, C. y Scardamalia, M. (1983) Levels of inquiry in writing research. En Peter Mosenthal, L. Tamor y S. Walmsley (Eds.) *Research on writing. Principles and methods*, Nueva York: Longman Incorporation, pp. 3-25.
- Bereiter, C. y Scardamalia, M. (1987) *The Psychology of written composition*. Hillsdale, N.J: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Bhatia, V. K. (2005). Genres in Business Contexts. En A. Trosborg, y P.E. Flyvholm Jorgensen (Eds.) *Business Discourse. Texts and Contexts*. Berna: Peter Lang.
- Bodmer, W. (1985). *The Public Understanding of Science*. London: Royal Society.
- Bodmer, W.; Wilkins, J. (1992). Research to improve public understanding programmes. *Public Understanding of Science*, 1(1): 7-10.
- Bonhomme, M. (1998). *Les figures clés du discours*. París: Éditions du Seuil.
- Bordieu, P. (2000). *Los usos sociales de la ciencia*. Buenos Aires: Ediciones Nueva Visión.
- Borsinger, A. M. (2011). "Theme" and "subject" in systemic functional linguistics: a discussion of thematic status ("Tema" e "tópico" na Linguística Sistêmico-Funcional: uma discussão do status temático) *Cadernos de Linguagem e Sociedade*, 12, (1), 66-77.
- Borsinger, A.M. (2009). Text-type and texture: the potencial of Theme for the study of research writing development. En G. Forey y G. Thompson, *Text Type and Texture in honour of Flo Davies*. London: Equinox Publishing Ltd.
- Bosch, B. y Scheuer, N. (2006). Resumir para estudiar: concepciones de estudiantes en primer año de la universidad. En Juan Ignacio Pozo, Nora Scheuer, María del Puy Pérez Echeverría, Mar Mateos, Elena Martín y Montserrat de la Cruz, M (Eds.) *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje*. Madrid: Graó.
- Bressan, O. (2004). El experimento de Cavendish. Proyectos de Apoyo al Mejoramiento de la Enseñanza Media, Ministerio de Educación de la Nación, Argentina, *El Balseiro va a la Escuela y la Escuela va al Balseiro*. Texto no publicado.
- Bucchi, M. (2008). Of deficit, deviations and dialogues. Theories of public communication of science. En Massimiano Bucchi y Brian Trench (Eds.), *Handbook of Public Communication of Science and Technology*. London: Routledge.
- Bucchi, M. y Trench, B. (2008). *Handbook of Public Communication of Science and Technology*. London: Routledge.
- Burnley, P.C.; Evans, W. y Jarrett, J.S., (2002). A comparison of approaches and instruments for evaluation geological sciences reserach experiences program. *Journal of Geoscience Education*, 50 (1), 15-24.



- Burns, T.W; O'Connor, D.J.; Stocklmayer, S. M. (2003). Science communication: a contemporary definition. *Public Understanding of Science*, 12 pp 183-202.
- Calsamiglia, H. (1997). Divulgar: itinerarios discursivos del saber. Una necesidad, un problema, un hecho. *Quark: Ciencia, medicina, comunicación y cultura*. 7, 9-18. Disponible en: <http://quark.prbb.org/7/estrella.htm>
- Calsamiglia, H. (1998) (Coord.) Análisis discursivo de la divulgación científica. *Actas del I Simposio Internacional de Análisis del Discurso*, Universidad Complutense de Madrid, Quinta parte: Campos de realización del discurso, Vol. 2, 2639-2646. Disponible en: [http://www.upf.edu/pdi/df/daniel\\_cassany/analies2.htm](http://www.upf.edu/pdi/df/daniel_cassany/analies2.htm)
- Calsamiglia, H. (2000). Decir la ciencia: Las prácticas divulgativas en el punto de mira. *Revista Iberoamericana Discurso y Sociedad*, 2(2), 3-8. Barcelona: Gedisa.
- Calvo Hernando, M. (2006). *Arte y ciencia de divulgar el conocimiento*. Ciespal: Quito, Ecuador.
- Camps, A. (2007) Prólogo: Comunicar en contextos científicos y académicos. En M. Castelló (Comp.) *Escribir y comunicarse en contextos científicos y académicos: Conocimientos y estrategias*. Barcelona: Graó.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, Ma.: MIT Press.
- Carey, S. (1992) The origin and evolution of everyday concepts. En R. Giere (Ed.) *Cognitive models of science* (vol. XV). Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Carey, S. y Spelke, E. (1996). Science and core knowledge. *Philosophy of Science*, 63, 515-533
- Carlino, P. (2003). Alfabetización académica: un cambio necesario, algunas alternativas posibles. *Educere, Revista venezolana de educación*, 6, (20), pp.409-420.
- Carlino, P. (2004). Escribir a través del curriculum: tres modelos para hacerlo en la universidad. *Lectura y Vida*, 25 (1), pp. 16-27.
- Carlino, P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la universidad. Una introducción a la alfabetización académica*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Carlino, P. (2006). Concepciones y formas de enseñar escritura académica. Un estudio contrastivo. *Signo y Seña. Revista del Instituto de Lingüística*, Monográfico: Procesos y prácticas de escritura en la educación superior. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Nro. 16, pp. 71-117.
- Carlino, P. y Estienne, V. (2004) ¿Pueden los universitarios leer solos? Un estudio exploratorio, *Memorias de las XI Jornadas de Investigación en Psicología*, Facultad de Psicología de la Universidad de Buenos Aires, T. I, pp. 169-173.

- Carlino, P. y Santana, D. (1996) *Leer y escribir con sentido: Una experiencia constructivista en educación infantil y primaria*. Madrid: Visor.
- Carretero, M. y Castorina, J.A. (2012). *Desarrollo cognitivo y educación*. Volumen I: Los inicios del conocimiento. Buenos Aires: Paidós.
- Carson, R. (1962). *The silent spring*, New York: Houghton Mifflin.
- Carvajal Cantillo, E. y Gómez Vallarta, M.R. (2002). Concepciones y representaciones de los maestros de secundaria y bachillerato sobre la naturaleza, el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 7 (16), pp. 577-602.
- Cassany, D. (1995). *La cocina de la escritura*. Barcelona: Anagrama. Reimpresión 11ª: 2004.
- Cassany, D. (1999). *Construir la escritura*. Barcelona: Paidós, 2da. Edición, 2000.
- Cassany, D. (2001). De lo analógico a lo digital. El futuro de la enseñanza de la composición. *Lectura y Vida*, 2 (21), pp. 2-11.
- Cassany, D. (2006). *Tras las líneas. Sobre la lectura contemporánea*. Barcelona: Editorial Anagrama.
- Cassany, C. (2006) *Taller de textos: Leer, escribir y comentar en el aula*. Barcelona: Paidós.
- Cassany, D. (2008). *Taller de textos. Leer, escribir y comentar en el aula*. Buenos Aires: Paidós. Colección Papeles de Pedagogía.
- Cassany, D., López, C. y Martí, J. (2000). La transformación divulgativa de redes conceptuales Científicas. Hipótesis, modelo y estrategias. *Revista Iberoamericana Discurso y Sociedad*, 2, 73-104. Barcelona: Gedisa.
- Cassany, D. y Morales, Ó. A. (2009) Leer y escribir en la universidad: los géneros científicos. En D. Cassany (Ed.) *Para ser letrados*. Barcelona: Paidós.
- Castelló, M. (2005). *Escritura epistémica. Concepciones y estrategias de regulación en estudiantes de doctorado*. Documento presentado en las IV Jornadas de Desarrollo Humano y Comunicación, Alcalá de Henares, Madrid, España.
- Castelló, M. (2007). (Coordinadora) *Escribir y comunicarse en contextos científicos y académicos. Conocimientos y estrategias*. Barcelona: Editorial Graó.
- Castelló, M. (2009). Aprender a escribir textos académicos: ¿copistas, escribas, compiladores o escritores?; En Juan Ignacio Pozo y Puy Pérez Echeverría (Coordinadores) *Psicología del aprendizaje universitario: La formación de competencias*. Madrid: Ediciones Morata.

- Castelló, M. y Milian, M. (1997) Enseñar y aprender estrategias a través de la escritura. En M. L. Pérez Cabaní (Comp.) *Las estrategias de aprendizaje a través del curriculum*. Barcelona: ICE/Horsori.
- Castorina, J.A. (2006). El cambio conceptual en Psicología: ¿Cómo explicar la novedad cognoscitiva? *Psykhé*, 15(2), pp. 125-135.
- Castorina, J.A., Fernández, S. y Lenzi, A. (1984). La psicología genética y los procesos de aprendizaje. En J.A. Castorina, S.L. Fernández, A.M. Lenzi, H.M. Cásavola, A.M. Kaufman y G. Palau (Eds.) *Psicología Genética*. Buenos Aires: Miño y Dávila editores.
- Chabris (2012) Boggle the Mind. *New York Times*, 11 de mayo. Disponible en: <http://www.nytimes.com/2012/05/13/books/review/imagine-by-jonah-lehrer.html?pagewanted=all>
- Chabris, C. y Simons, D. (2009) *The Invisible Gorilla: how our intuitions deceive us*. Nueva York: Random House.
- Chandler, M. (1987). The Othello Effect: Essay on the Emergence and Eclipse of Skeptical Doubt. *Human Development*. 30 (3) pp. 137-159.
- Chi, M. T. H. (1992). Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science. En R. Giere (Ed.), *Cognitive Models of Science: Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, (pp. 129-186). Minneapolis, MN: University of Minnesota Press.
- Chi, M., Slotta, J. y de Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27-43.
- Chi, M.T.H. (2008). Three types of conceptual change: Beliefs Revision, Mental Model Transformation, and Categorical Shift. En Stella Vosniadou (Ed.) *International Handbook of Conceptual Change*. London: Routledge.
- Ciapuscio, G. E. (1993). Reformulación textual: El caso de las noticias de divulgación científica. *Revista Argentina de Lingüística*, 9, 1-2, 69-117.
- Ciapuscio, G. E. (1994). *Tipos Textuales*. Buenos Aires: Eudeba.
- Ciapuscio, G.E. (2001). Procesos y recursos de producción textual en la divulgación de ciencia. En J. Bumme (Ed.). *La historia de los lenguajes iberoamericanos de especialidad. La divulgación de ciencia*. Frankfurt am Main/Madrid: Instituto Universitario de Lingüística Aplicada. Universitat Pompeu Fabra y Vervuert, Iberoamericana.
- Ciapuscio, G. E. (2003a). Metáforas y Ciencia. *Ciencia Hoy*, 13 (76), 60-66

- Ciapuscio, G.E. (2003b). Formulation and Reformulation Procedures in Verbal Interactions between Experts and (Semi-)lay persons. *Discourse Studies* 2003 5: 207-233
- Ciapuscio, G.E. (2011). De metáforas durmientes, endurecidas, nómades: Un enfoque lingüístico de la metáforas en la comunicación de la ciencia. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 187 (747) enero-febrero 2011, pp.89-98.
- Ciencia Hoy, *Revista de divulgación*. Disponible en:  
(<http://www.cienciahoy.org.ar/indice.htm>).
- Claxton, G. (1984). *Vivir y aprender*. Madrid: Visor.
- Cloitre, M. y Shinn, T. (1985). *Expository science: Forms and functions of popularization* (pp. 31–60). Dordrecht: D. Reidel Publishing.
- Coll, C. y Remesal, A. (2009). Concepciones del Profesorado de matemáticas acerca de las funciones de la evaluación del aprendizaje en la educación obligatoria. *Infancia y Aprendizaje. Journal for the Study of Education and Development*, vol. 32 (3), pp. 391-404
- Collins, A. Y Gentner, D. (1980) *A framework for cognitive theory of writing. Cognitive processes in Writing*. Hillsdale: Lawrence Earlbaum Associate.
- Conley, A.M.M.; Pintrich, P.; Vekiri, I. y Harrison, D. (2004). Changes in epistemological beliefs in elementary science students. *Contemporary Educational Psychology* 29, 186-204.
- Cortassa, C. (2012). *La ciencia ante el público. Dimensiones epistemológicas y culturales de la comprensión pública de la ciencia*. Buenos Aires: Eudeba.
- Cortázar, J. (2012). *Cartas*. Volumen I. Buenos Aires: Alfaguara.
- Courvoisier, N., Clémence, A. y Green, E.G.T. (2011). Man-made black holes and Big Bangs: diffusion and integration of scientific information into everyday thinking. *Public Understandign of Science*. 14, pp. 1-17
- Coutinho, F.A.; El-Hani, Ch. N. y Mortimer, E. F. (2007). Construcción de un perfil conceptual de vida. En J.I. Pozo y F. Flores (Coordinadores), *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. Madrid: Antonio Machado Libros.
- Coutinho, M.A. y Miranda, F. (2009) To Describe Genres: Problems and Strategies. En Ch. Bazerman, A. Bonini y D. Figueiredo (Eds.) *Genre in a Changing World*. Indiana: Parlor Press.
- Crivisqui, E. M. (1993). *Análisis Factorial de Correspondencias. Un instrumento de investigación en ciencias sociales*. Edición del Laboratorio de Informática Social de la Universidad Católica de Asunción. Paraguay.

- Cuevas, A. (2008). Conocimiento científico, ciudadanía y democracia. *Revista CTS*, 10 (4), pp. 67- 83.
- Curtis, M. y Herrington, A. (2009). Writing Development in the College Years: By Whose Definition? *College Composition and Communication*, 55 (1) pp. 69-90.
- Dahl, T. (2004) Textual Metadiscourse in research articles: a marker of national culture or of academic discipline. *Journal of Pragmatics*, 36, pp. 1807–1825
- De la Cruz, M.; Pozo, J.I.; Huarte, M.F. y Scheuer, N. (2006). Concepciones de enseñanza y prácticas discursivas en la formación de futuros profesores. En J. I. Pozo; N. Scheuer; M. P. Pérez Echeverría; M. Mateos; E. Martín y M. de la Cruz, M. (Eds): *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje Las concepciones de profesores y alumnos*. Barcelona: Graó.
- De la Cruz, M. Scheuer, N. y Huarte, M.F. (2006) Las prácticas discursivas de los profesores en clases de primaria: veo de dónde vienes y sé cómo hablarte. En Juan Ignacio Pozo, Nora Scheuer, María del Puy Pérez Echeverría, Mar Mateos, Elena Martín, Montserrat de la Cruz (Eds) *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje: las concepciones de profesores y alumnos*. Madrid: Graó.
- De Semir, V. (2001). Decir la ciencia: las prácticas divulgativas en el punto de mira. Monográfico de la Revista Iberoamericana de Discurso y Sociedad. *Panacea*, vol. 2 (3).
- De Semir, V. y Revuelta, G. (2004). Report: Scientific Knowledge from, for and through Cultural Diversity: The 8th International Conference on the Public Communication of Science and Technology. *Science Communication*, 26, pp. 211.
- De Solla Price, D. (1963) *Little Science, Big Science*, New York: Columbia University Press.
- Desde la Patagonia, Difundiendo Saberes. *Revista del Centro Regional Universitario Bariloche* (CRUB) de la Universidad Nacional del Comahue, Argentina. Disponible en: [www.desdelapatagoniads.com.ar](http://www.desdelapatagoniads.com.ar)
- Devitt, A. J. (2004). *Writing Genres*. Southern Illinois UP: Carbondale.
- Díaz, A. (2010). La falta de reconocimiento aleja a los científicos de la divulgación. Suplemento Campus, *Diario El Mundo*, 18 de febrero de 2010. Disponible en: <http://www.elmundo.es/suplementos/campus/2010/571/1266361203.html>
- Dienes, Z. y Perner, J. (1999). A theory of implicit and explicit knowledge. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 735-808.
- DiSessa, A. (1988). Knowledge in pieces. In G. Forman & P. Pufall (Eds.), *Constructivism in the computer age* (pp. 49–70). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Doi: 10.4067/S0716-58112005000100011.

- DiSessa, A. (1993). Toward an epistemology of Physics. *Cognition and Instruction*, 10, 105-225
- DiSessa (2008). A Bird's-Eye View of the "Pieces" vs. "Coherence" Controversy (From the "Pieces" Side of the Fence). En Stella Vosniadou (Ed.) *International Handbook of Research on Conceptual Change*. Nueva York: Routledge
- DiSessa, A.; Gillespie, N. y Esterly, J. (2004). Coherence versus fragmentation in the development of the concept of force. *Cognitive Science*, 28, 843-900
- Dunwoody, S. y Scott, B. (1982). Scientists as Mass Media Sources, *Journalism Quarterly*, 59(1):52-59.
- Durant, J.R. (1990). Copernicus and Conan Doyle: or, why should we care about the public understanding of science, *Science Public Affairs*, (5), 1; pp 7-22.
- Durant, J. R. (1999) Participatory technology assessment and the democratic model of the public understanding of science, *Science and Public Policy*, 26 (5): 313-319.
- Einsiedel, E. y Thorne, B. (1999). Public responses to uncertainty. En Sharon M. Friedman, Sharon Dunwoody y Carol L Rogers (Eds.) *Communicating Uncertainty. Media Coverage of New and Controversial Science*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publisher, pp. 43-58.
- Elby, A, Frederiksen, J, Schwarz, C., y White, B. (2001): The Epistemological Beliefs Assessment for Physical Science. [www.flagguide.org](http://www.flagguide.org).
- Emig, J. (1971) *The Composing Processes of Twelfth Graders*. Urbana: NTCE.
- Exactamente, *Revista de divulgación de la Universidad de Buenos Aires*. Disponible: <http://revistaexactamente.wordpress.com/>
- Falk, J.H. y Dierking, L. D. (2000). *Learning from Museums: Visitor Experiences and Making Meaning*. Walnut Creek: Altamira Press
- Falk; J. H. y Dierking, L. D. (2010). The 95 Percent Solution. School is not where most Americans learn most of their science; *American Scientist* (98) 6, 485- 493
- Fayard, P. (1992). Let's stop persecuting people who don't think like Galileo! *Public Understanding of Science* 1, (15)
- Fernández Polo, F. J (1999). *Traducción y retórica contrastiva: a propósito de la traducción de textos de divulgación científica del inglés al español*. Servicio de publicaciones Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.
- Ferreiro, E.; Teberosky, A. (1979). *Los sistemas de escritura en el desarrollo del niño*. México: Siglo XXI.

- Fitzgerald, J. y Shanahan, T. (2000). Reading and Writing relations and their development. *Educational Psychologist* 35 (1) 39-50.
- Flavell, J. H. (1987). Speculations about the nature of metacognition. En E. Weinert y R. Kluwe (Eds): *Metacognition, motivation, and understanding*. Hillsdale, NJ: LEA.
- Flavell, J. H. y Wellman, H. M. (1977) Metamemory. En R. Kail, y W. Hagan (Eds.) *Perspectives on the development of memory and cognition*. Hillsdale, NJ: LEA.
- Flower, L. y Hayes, J. (1981) A cognitive Process Theory of Writing. *College Composition and Communication*, 32 (4), pp. 365-387.
- Flower, L. y Hayes, J. (1996). La teoría de la redacción como proceso cognitivo. En *Textos en contexto I. Los procesos de lectura y escritura*. Buenos Aires: IRA.
- Fraguas, A. (2012) Usted ya no lee ni escribe como antes. *El País*. Disponible en: [http://sociedad.elpais.com/sociedad/2012/07/16/vidayartes/1342469862\\_997252.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2012/07/16/vidayartes/1342469862_997252.html)
- Friedman, S. M., Dunwoody, S. y Rogers, C. L. (Eds.), (1986). *Scientists and journalists: reporting science as news*, Nueva York: The Free Press.
- Friedman, S. M., Dunwoody, S. & Rogers, C. L. (Eds.) (1999). *Communicating Uncertainty: Media Coverage of New and Controversial Science*, Mahwah, NJ: Erlbaum
- Galán Rodríguez, C. (2003) La ciencia en zapatillas: Análisis del discurso de la divulgación científica. *Anuario de Estudios Filológicos*. Vol. XXVI, 137-156.
- Galán Rodríguez, C. y Camacho, M. (2000). El discurso de la tecnociencia: análisis categorial y morfológico. *Anuario de Estudios Filológicos*, 23, pp. 143-162.
- Galbraith, D. (1992). Conditions for discovery through writing. *Instructional Science*, 21, 45-72. Reprinted in M. Sharples (Ed.), *Computers and Writing: Issues and Implementations*. Dordrecht: Kluwer Associates.
- Gallardo, S. (2004). La negación en textos de divulgación científica. *Revista Discurso*. Universidad Nacional de México, 25, 91-110.
- Gallardo, S. (2005). Pragmatic support of medical recommendations in popularization texts. *Journal of Pragmatics*. Vol. 37 (6) 813-835.
- Gallardo, S. (2010) Profesionalización del periodismo científico. Avances y desafíos. ¿Qué se espera hoy de un periodista científico? Seminario Interamericano de Periodismo y Comunicación Científica, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y Organización de los Estados Americanos. Disponible en: [http://www.mincyt.gov.ar/multimedia/archivo/archivos/Periodismo\\_y\\_comunicacion\\_cientifica\\_en\\_America\\_Latina.pdf](http://www.mincyt.gov.ar/multimedia/archivo/archivos/Periodismo_y_comunicacion_cientifica_en_America_Latina.pdf)



- Gallegos, L.; García, A. y Calderón, E. (2007) Estrategias de enseñanza y cambio conceptual. En J.I. Pozo y F. Flores (Coordinadores) *Cambio Conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. Madrid: Antonio Machado Libros.
- Gárate Larrea, M. (1994). *La comprensión de los cuentos en los niños: un enfoque cognitivo y sociocultural*. Madrid: Siglo XXI Editores.
- Gee, J. P. (2005). *An introduction to discourse analysis. Theory and method*. New York: Routledge.
- Gellon, G.; Rosenvasser Feher, E.; Furman, M. y Golombek, D. (2005). *La ciencia en el aula: lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Buenos Aires: Paidós.
- Gho, C.; Scheuer, N.; Bressan, O.; Martinez, S.; Procopio, A.; Bengtsson, A. y Mariguin, M. (2000). *Ablandando las Ciencias Duras: Un paseo por la Ingeniería nuclear y la Física*, Bariloche: CAB-IB. Accesible en: [www.cab.cnea.gov.ar/divulgacion](http://www.cab.cnea.gov.ar/divulgacion)
- Gill, M.G., Ashton, P. y Algina, J. (2004). Changing preservice teacher's epistemological beliefs about teaching and learning in mathematics: An intervention study. *Contemporary Educational Psychology*, 29, 164-185
- Golombek, D. (2004). Bajar es lo peor. En Eduardo Wolovelsky, Héctor Palma, Diego Golombek, Ana María Vara y Diego Hurtado de Mendoza, *Certezas y Controversias*. Buenos Aires: Libros del Rojas. 51-70
- González, M. (2007). *Papel de los Museos de Ciencias en el Tratamiento de los Problemas del Mundo*. Tesis doctoral. Universitat de Valencia, *Servei de Publicacions*. 2007.
- Gopen, G. D.; Swan, J.A. (1990). The Science of Scientific Writing. *American Scientific* 78, 550-558.
- Greimas, A.J. (1966) *Structural Semantics*. Lincoln: University of Nebraska Press.
- Haberman, S.J. (1973). The analysis of residuals in cross-classified tables. *Biometrics*, 29, p. 205-220.
- Halliday, M. A. K. (1994). *An Introduction to Functional Grammar* (2nd edition). Londres: Arnold.
- Hand, B.; Yore, L.D.; Prain, V. (1999). A desired image of a successful, efficient writer. Second International Conference of the European Science Educational Research Association (ESERA). *Research in Science Education: Past, Present, and Future*. August 31<sup>th</sup>. -September 4<sup>th</sup>, Kiel, Germany.
- Heath, S. B. (1983). *Ways with words: Language, life, and work in communities and classrooms*. Cambridge: Cambridge University Press.



- Henk, A. J.; Mulder, M.J. y Goedhart (2009). Book Review: Holliman, R., Whitelegg, E., Scanlon, E., Smidt, S., y Thomas, J. (Eds.). (2009). *Investigating science communication in the Information Age: Implications for public engagement and popular media* (Vol. 1). Oxford: Oxford University Press. *Science Communication* 2009, (31), 127
- Hilgartner, S. (1990). The dominant view of popularization, *Social Studies of Science*, vol. 20, (3), 519 -539.
- Hinton, P. (1995). *Statistics Explained: a guide for Social Science Students*. Nueva York: Routledge
- Hintzman, D.L. (1986) Schema Abstraction in a Multiple-Trace memory model. *Psychological Review*, 93, (4), pp. 411-428.
- Hofer, B. K. y Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67, pp. 40-88.
- Hofer, B. K. y Pintrich, P.R. (2002). *Personal epistemology: the psychology of beliefs about knowledge and knowing*. Mahwah, NJ: LEA.
- Hooper-Greenhill, E. (2007). *Museums and Education. Purpose, Pedagogy, Performance*. Nueva York: Routledge.
- Horning, S. (1993). Reading risk: Public responses to print media accounts of technological risk. *Public Understanding of Science* 2, 95-109.
- Hvidfelt Nielsen, K. (2010). More than mountain guides of science: a questionnaire survey of professional science communicators in Denmark. *Journal of Science Communication, SISSA -International School for Advanced Studies-* 9. (2). Disponible en: <http://jcom.sissa.it/archive/09/02/Jcom0902%282010%29A02>
- Hvidfelt Nielsen, K., Kjaer y Dahlgaard, (2007) Scientists and science communication: a Danish survey. *Journal of Science Communication, SISSA -International School for Advanced Studies* 6 (1).
- Hyland, K. (1996). Talking to the Academy: Forms of heading in science research articles. *Written Communication* 13, pp. 251
- Hyland, K. (2001). Bringing in the reader. Addressee features in academic articles. *Written Communication*, 18(4), 549-574.
- Jensen, P. (2010). A statistical picture of popularization activities and their evolutions in France. *Public Understanding of Science*, 20 (1), 26-36.
- Jesson, R. (2010). *Intertextuality as a conceptual tool for the teaching of writing: Designing professional development that will transfer*. Auckland: University of Auckland.

- Juan, Mayte (2011). *Concepciones de estudiantes de nivel medio sobre la noción de infinito matemático*. Tesis de maestría: Universidad Nacional del Comahue.
- Kapon, S., Ganiel, U. y Eylon, B. S. (2009). 'Explaining the Unexplainable: Translated Scientific Explanations (TSE) in public physics lectures', *International Journal of Science Education*, 32, (2), 245-264
- Karmiloff-Smith, A. (1992). *Beyond modularity. A developmental perspective on cognitive science*. Cambridge, Mass. The MIT Press.
- Karsten, A. (2010) Autoconfrontation as a dialogic method in writing research. 12<sup>a</sup> *Conferencia Internacional the EARLI, Special Interest Group on Writing*. Heidelberg, Alemania
- Kellogg, R.T. (2008). Training writing skills: A cognitive developmental perspective. *Journal of writing Research*, 1, (1), 1-26
- Kember, D. (1997): A reconceptualisation of the research into university academic's conceptions on teaching. *Learning and Instruction*, 7, (3), pp. 255-275.
- Kember, D. y Kwan K.P. (2000). Lecturers' approaches to teaching and their relationship to conceptions of good teaching. *Instructional Science*, 28, (5-6), 469-490
- Kember, D., Kwan, K.P. y Ledesma, J. (2001). Conceptions of good teaching and how they influence the way adults and school leavers are taught, *International Journal of Lifelong Education* 20, (5), pp. 393-404.
- King, P.M. y Kitchener, K.S. (1994) *Developing reflective judgment: Understanding and promoting intellectual growth and critical thinking in adolescents and adults*. San Francisco: Josey.
- Kintsch, W., y Van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85, 363-394.
- Klimovsky, G. (2005). *Las desventuras del conocimiento científico*, Buenos Aires: A•Z Editora.
- Kreimer, P. (2006). ¿Dependientes o integrados? La ciencia latinoamericana y la división internacional del trabajo", *Nómadas*, CLACSO, 24.
- Kreimer, P. (2009). *El científico también es un ser humano. La ciencia bajo la lupa*. Buenos Aires: Siglo XXI editores, Colección Ciencia que ladra.
- Kreimer, P.; Levin, L.; Jensen, P. (2011). Popularization by Argentine researchers: the activities and motivations of CONICET scientist. *Public Understanding of Science*, 20, (1), 37-47.

- Kruse, O. e Ilie, C. (2010). Genres in European higher education: The Country Report Study. *12ª Conferencia Internacional the EARLI, Special Interest Group on Writing*. Heidelberg, Alemania.
- Kuhn, D. (1991). *The Skills of Argument*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Kukso, F. (2011). Novelas de laboratorio. *Revista Ñ*. Disponible en: [http://www.revistaenie.clarin.com/literatura/novelas-laboratorio-Kukso\\_0\\_455354486.html](http://www.revistaenie.clarin.com/literatura/novelas-laboratorio-Kukso_0_455354486.html)
- Lakoff, G. y Johnson, M. (1980). *Metaphors We Live By*. Chicago: University of Chicago Press. [En español: *Metáforas de la vida cotidiana*, Madrid: Cátedra (2001)]
- Latour, B. y Woolgar, S. (1979) *Laboratory life: the social construction of scientific facts*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Lavandera, B. (1984). *Variación y significado*. Buenos Aires: Hachette.
- Lavandera, B. (1990). *El cambio de modo como estrategia de discurso*. Buenos Aires: BOSQUE
- Lavandera, B. (1992). El lenguaje en su contexto sociocultural, en F. J. Newmeyer (Comp.) *Panorama de la Lingüística Moderna. Tomo IV: El lenguaje: contexto socio-cultural*, Madrid: Visor.
- Lebart, L. Morineau, A. y Fénelon, J.P. (1979). *Traitement de Données Statistiques*. París: Dunod.
- Lebart, L.; Salem, A.; Bécue, M. (2000). *Análisis estadístico de textos*. Lleida: Milenio.
- Lehrer, J. (2012). On bad reviews. Blog Frontal Cortex, *Wired*. <http://www.wired.com/wiredscience/2012/05/on-bad-reviews/> (consultado el 13 de mayo de 2012)
- Lemke, J. (1990). *Talking science: Language, learning and values*. Norwood, NJ: Ablex.
- Lemke, J. L. (1998). Multiplying meaning: visual and verbal semiotics in scientific text. En J. R. Martin y R. Veel (Eds.) *Reading science: critical and functional perspectives on discourses of science*. Nueva York: Routledge.
- Levinson, D. (1978). *The Seasons of a Man's life*. Nueva York: Ballantine Books.
- Lewenstein, B. (1992). The meaning of 'public understanding of science' in the United States after World War II. *Public Understanding of Science*. Vol. 1 (1) pp. 45-68
- Lewenstein, B. (2003). *Models of public communication of science and technology*. Trabajo no publicado. Accesible en:

<https://sites.google.com/site/hemerotecavirtualdivulgacion/listadearticulosdedivulgacion/C3%ADon>

- Lewenstein, B. (2007) Why should we care about science books? *Journal of Science Communication, SISSA –International School for Advanced Studies–* 6, (1).  
Disponble en:  
<http://jcom.sissa.it/archive/06/01/Jcom0601%282007%29C01/Jcom0601%282007%29C03>
- Lewenstein, B. V. (2002). Editorial: A decade of public understanding. *Public Understanding of Science*, 11, pp. 1–4.
- Limón, M. y Carretero, M. (1996). Las ideas previas de los alumnos. ¿Qué aporta este enfoque a la enseñanza de la ciencia? En Mario Carretero, *Construir y enseñar las ciencias experimentales*, Buenos Aires: Aique
- Lizcano, E. (2009). *Metáforas que nos piensan sobre ciencia, democracias y otras poderosas ficciones*. Buenos Aires: Editorial Biblos.
- Logan, R. (1999). Worlds apart: A review essay. *Science Communication* 20, 337-343.
- Logan, R. (2001) Science Mass Communication: Its Conceptual History. *Science Communication*, Vol. 23, (2), 135-163
- López, M.; Echeita, G. y Martín, E. (2010) Dilemas en los procesos de inclusión: explorando instrumentos para una comprensión de las concepciones educativas del profesorado. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 4, (2), pp. 155-176.
- Marandino, M.; Mortara Almeida, A. y Álvarez Valente, M.E. (2009) *Museu: lugar do público*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz.
- Marinkovich, J. (2005) Las estrategias de reformulación: el paso desde un texto-fuente a un texto de divulgación didáctica. *Literatura y Lingüística*. 16, 191-210. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0716-58112005000100011&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-58112005000100011&lng=en&nrm=iso)
- Martí, E. (2003). *Representar el mundo externamente. La adquisición infantil de los sistemas externos de representación*. Madrid: Visor.
- Martín, E. (1999). Estrategias de aprendizaje y asesoramiento pedagógico. En J. I. Pozo y C. Monereo, *El aprendizaje estratégico*. Madrid: Santillana.
- Martín, E. y Cervi, J. (2006). Modelos de formación docente para el cambio de concepciones en los profesores. En Juan Ignacio Pozo, Nora Scheuer, María del Puy Pérez Echeverría, Mar Mateos, Elena Martín y Montserrat de la Cruz, M (Eds.) *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje*. Madrid: Graó.
- Martín, E.; Mateos, M.; Martínez, P.; Cervi, J.; Pecharromán, A. y Villalón, R. (2006). Las concepciones de los profesores de educación primaria sobre la enseñanza y el

- aprendizaje. En Juan Ignacio Pozo, Nora Scheuer, María del Puy Pérez Echeverría, Mar Mateos, Elena Martín y Montserrat de la Cruz, M (Eds.) *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje*. Madrid: Graó.
- Martin, E., Prosser, M. Trigwell, K.; Ramsden, P. Bejamin, J. (2000). What university teachers teach and how they teach it. *Instructional Science* 28, (5), pp. 387-412
- Martin, E.; Trigwell, K.; Prosser, M. Y Ramsden, P. (2003). Variation in the experience of leadership of teaching in higher education. *Studies in Higher Education*, 28, (3), pp. 247-259
- Martínez Fernández, R (2004). *Concepción de Aprendizaje, Metacognición y Cambio Conceptual en Estudiantes Universitarios de Psicología*. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona, Facultad de Psicología, Departamento de Psicología Básica. Consultada el 20 de mayo de 2012. Disponible en: [http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/2632/Tesis\\_final.pdf?sequence=1](http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/2632/Tesis_final.pdf?sequence=1)
- Martínez Morales, M. (2008). La responsabilidad del investigador en la divulgación de la ciencia. *Ciencia y Hombre*, Revista de Divulgación científica y tecnológica de la Universidad Veracruzana Vol. XXI, (1).
- Marton, F.(1981). Phenomenography-describing conceptions fo the world around us. *Instructional Science*. 10, (2), pp. 177-200.
- Mason, L. y Boscolo, P. (2004). Role of epistemological understanding and interest in interpreting a controversy in a topic-specific belief change. *Contemporary Educational Psychology*, 29, (2), pp. 103-128.
- Massarini, L. y Polino, C. (2007). Los desafíos y evaluación del periodismo científico en Iberoamérica. *Memorias de las Jornadas Iberoamericanas sobre la Ciencia en los Medios Masivos: Los Desafíos y La Evaluación del Periodismo Científico en Iberoamérica*, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Disponible en: <http://www.vinv.ucr.ac.cr/docs/divulgacion-ciencia/libros-y-tesis/desafios-periodismo-cientifico.pdf>
- Mateos, M. (2001). *Metacognición y educación*. Buenos Aires: Aique.
- Mateos, M. (2009). Aprender a leer textos académicos: Más allá de la lectura reproductiva. En Juan Ignacio Pozo y Puy Pérez Echeverría (Coordinadores) *Psicología del aprendizaje universitario: la formación de competencias*. Madrid: Ediciones Morata.
- Mateos, M.; Cuevas, I.; Martín, E.; Martín, A.; Echeita, G. y Luna, M. (2011). Reading to write an argumentation: The role of epistemological, reading and writing beliefs. *Journal of Research in Reading*, 34, (3), 281-297.
- Mateos, M.; Martín, E.; Pecharromán, A.; Luna, M. y Cuevas, I. (2008). Estudio sobre la percepción de los estudiantes de Psicología en las tareas de lectura y escritura que realizan para aprender. *Revista de Educación*, 347, pp. 255-274.

- Mateos, M.; Martín, E. y Villalón, R. (2006). La percepción de profesor y alumnos en la educación secundaria sobre las tareas de lectura y escritura que realizan para aprender. En J. I. Pozo, N. Scheuer, M.P. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín y M. de la Cruz, *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos*. Madrid: Graó.
- Mateos, M., Martín, E., Villalón, R, y Luna, M. (2008). Reading and writing to learn in Secondary Education: on-line processing activity and written products in summarizing and synthesizing tasks. *Reading and Writing: An interdisciplinary Journal*, 21, (7), 675-697.
- McClelland, J. L. y Rumelhart, D. E. (1981). An interactive-activation model of context effects in letter perception: I. An account of basic findings. *Psychological Review*, 88, 375-407
- McCutchen, D. (2000). Knowledge, processing, and working memory: Implications for a theory of writing. *Educational Psychologist*, 35, (1), 13-23.
- McCutchen, D. (2006). Cognitive Factors in the Development of Children's Writing. En Ch. Mc. Arthur, S. Graham y J. Fitzgerald (Eds.) *Handbook on Writing Research*. Nueva York: The Guilford Press.
- McManus, P. (1992). Topics in Museums and Science Education. *Studies in Science Education*, 20, 157-182.
- Merton, R. (1964). *Teoría y estructuras sociales*. México: Fondo de Cultura Económica
- Millas, J.J. (2000). *Escribir*. El País, 3 de noviembre. Disponible en: [http://elpais.com/diario/2000/11/03/ultima/973206002\\_850215.html](http://elpais.com/diario/2000/11/03/ultima/973206002_850215.html)
- Miller, S. (2001). Public Understanding of Science at the Crossroads, *Public Understanding of Science* 10,(1), 115-120.
- Moirand, S. (2003). Communicative and cognitive dimensions of discourse on science in the French mass media. *Discourse Studies* 5, (2), pp. 175-206.
- Morales, O. A., Cassany, D. y González-Peña, C. (2007). La atenuación en artículos de revisión odontológicos en español: estudio de caso exploratorio. *Ibérica*, 14, pp. 33-58.
- Mortimer, E. F. (1995). Conceptual change or conceptual profile change? *Science and Education*, 4, pp.267-285.
- Mortimer, E. F. (1998). Multivoicedness and univocality in the classroom discourse: an example from theory or matter. *International Journal of Science Education*, 20, (1), pp.67-82.
- Mortimer, E.F. (2001). Perfil conceptual: formas de pensar y hablar en las clases de ciencias. *Infancia y Aprendizaje*, 24, (4), pp. 475-490.

- Murriello, S. E. (2009). Objetos paleontológicos e público no Museo de La Plata, Argentina. En: Martha Marandino, Adriana Mortara Almeida, María Esther Alvarez Valente (Org) *Museu: lugar do público*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz.
- Murriello, S.E., Contier, D., Knobel, M. (2006) "Challenges of an exhibition on nanoscience and nanotechnology". *Journal of Science Communication* (JCOM), v.5, n.4. Disponible en : <http://jcom.sissa.it/archive/05/04/Jcom0504%282006%29A01/>
- Murriello, S. E.; Contier, D. y Knobel, M. (2008) Nanoscience and Nanotechnology as an Educational Tool. *Journal of Nano Education*. Vol. 1, 1-10.
- Myers, G. (1990). *Writing biology. Texts in the social construction of scientific knowledge*. Madison: University of Wisconsin Press.
- Nelkin, D. (1971). *Nuclear Power and its Critics. The Cayuga Lake Controversy*. Ithaca: Cornell University Press.
- Nelkin, D. (1974). *Jetport: the Boston Airport Controversy*. New Brunswick,NJ: Transaction Books.
- Nelkin, D. (1979). *Controversy: Politics of Technical Decisions*. Beverly Hills: Sage Publications,
- Norton, L.; Richardson, J. y Hartley, J. (2005). Teacher's beliefs and intentions concerning teaching in higher education. *Higher Education*, 50 (4), pp. 537-571.
- Núñez Centella, R. (2010). Galileo, pionero de la divulgación científica. Sección Sociedad, *Diario El País*, 30 de marzo de 2010. Accesible en: [http://sociedad.elpais.com/sociedad/2010/03/30/actualidad/1269900010\\_850215.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2010/03/30/actualidad/1269900010_850215.html)
- Nystrand, M. (1982), (Ed.). *What writers know: the language, process, and structure of written discourse*. Orlando, FL: Academic Press
- Nystrand, M., Gamoran, A., y Carbonaro, W. (2001). On the ecology of classroom instruction: The case of writing in high school English and social studies. En P. Tynjälä, L. Mason, y K. Londa (Eds.), *Writing as a learning tool*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Ogborn, J., Kress, G., Martins, I. y Mc Gillicuddy, K. (1996). *Explaining Science in Classroom*. Milton Keynes: Open University Press.
- Olson, D. (1997). *El Mundo sobre Papel. El impacto de la escritura y la lectura en la estructura del conocimiento*. Barcelona: Gedisa.
- Ong, W. J. (1997). *Oralidad y escritura. Tecnologías de la palabra*. Fondo de Cultura Económica: México.



- Palma, H. A. (2004). Notas preliminares a (una teoría de) la divulgación científica. En Eduardo Wolovelsky, Héctor Palma, Diego Golombek, Ana María Vara y Diego Hurtado de Mendoza, *Certezas y Controversias*. Buenos Aires: Libros del Rojas. 29-49.
- Pardo Abril, N. (2007) *Cómo hacer análisis crítico del discurso. Una perspectiva latinoamericana*. Santiago de Chile: Frai.
- Pecharromán, I. (2004) *Teorías epistemológicas implícitas en diferentes dominios. Influencia de variables relacionadas con la instrucción*. Tesis doctoral presentada en el Departamento de Psicología Básica. Madrid: UAM Ediciones.
- Pecharromán, I. y Pozo, J.I. (2006) ¿Qué es el conocimiento y cómo se adquiere? Epistemologías intuitivas en profesores y alumnos de secundaria. En J. I. Pozo, N. Scheuer, M.P. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín y M. de la Cruz, *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos*. Madrid: Graó.
- Pedrazzini, A. (2011). *La construction de l'image présidentielle dans la presse satirique: vers une grammaire de l'humour. Jacques Chirac dans l'hebdomadaire français Le Canard enchaîné et Carlos Menem dans le supplément argentin Sátira/12*. Teis doctoral. Universidad Paris-Sorbonne. Portal e-sorbonne. Disponible en: <http://www.e-sorbonne.fr/theses/construction-l-image-presidentielle-presse-satirique-vers-grammaire-l-humour-jacques-chirac-l>
- Pedrazzini, A. y Scheuer, N. (2010) La interacción lingüística e íncono-plástica en la producción de caricaturas políticas: un estudio funcional y retórico. *Revista IRICE* 21, pp. 95-111.
- Pérez Echeverría, M.P. (2000). Solo sé que no sé nada: algunas consideraciones acerca de las creencias sobre el conocimiento y el aprendizaje. *Ensayos y Experiencias*, 6, (33), pp. 26-38.
- Pérez Echeverría, M. P., Mateos, M.; Pozo, J.I. y Scheuer, N. (2001). En busca del constructivismo perdido: concepciones implícitas sobre el aprendizaje. *Estudios de Psicología*, 22, (2), pp. 155-173.
- Pérez Echeverría, M. P., Mateos, M., Scheuer, N. y Martín, E. (2006). Enfoques en el estudio de las concepciones sobre el aprendizaje y la enseñanza. En J. I. Pozo, N. Scheuer, M.P. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín y M. de la Cruz, *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos*. Madrid: Graó.
- Pérez Echeverría, M.P.; Pecharromán, A.; Bautista, A. y Pozo, J.I. (2006). La representación de los procesos de aprendizaje en alumnos universitarios. En J. I. Pozo, N. Scheuer, M.P. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín y M. de la Cruz, *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos*. Madrid: Graó.



- Pérez Echeverría, M. P.; Pozo, J.I.; Pecharromán, A.; Cervi, J. y Martínez, P. (2006). Las concepciones de los profesores de educación secundaria sobre el aprendizaje y la enseñanza. En Juan Ignacio Pozo, Nora Scheuer, María del Puy Pérez Echeverría, Mar Mateos, Elena Martín y Montserrat de la Cruz, M (Eds.) *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje*. Madrid: Graó.
- Perner, J. (1990). Experiential awareness and children's episodic memory. En W. Schneider y F. E. Weinert (Eds.) *Interactions among aptitudes, strategies, and knowledge in cognitive performance*. Frankfurt am Main: Springer Verlag.
- Perry, W. G. (1970). *Forms of intellectual and ethical development in the college years*. Nueva York: Holt, Reinhardt y Winston.
- Peters, H.P. (2008). Scientists as public experts. En Massimiano Bucchi y Brian Trench (Eds) *Handbook of Public Communication of Science and Technology*. London: Routledge.
- Piaget, J. (1923). *Le langue et la pensée chez l'enfant*. Neuchâtel: Delachaux et Niestlé. [Traducción castellana de M. Riani: *El lenguaje y el pensamiento en el niño*. Buenos Aires: Guadalupe, 1972].
- Piaget, J. (1964). *Seis estudios de psicología*. Buenos Aires: Seix Barral.
- Piaget, J. y Inhelder, B. (1969). *The Psychology of the Child*. London: Routledge.
- Pintrich, P. R. (2002). Future challenges and directions for theory and research on personal epistemology En B. Hofer y P.R. Pintrich (Eds) *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*. Mahwah, NJ: LEA.
- Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Diada.
- Posner, F.J.; Strike, K.A.; Hewson, P.W. y Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, (2), 211-227.
- Pozo, J. I. (1996). *Aprendices y Maestros. La nueva cultura del aprendizaje*. Madrid: Alianza Editorial.
- Pozo, J. I. (2001). *Humana mente. El mundo, la conciencia y la carne*. Madrid: Morata.
- Pozo, J.I. (2002). La adquisición de conocimiento científico como un proceso de cambio representacional. *Investigações em Emsino de Ciências*, 7 (3), pp. 245-270.
- Pozo, J. I. (2003a). *Adquisición de conocimiento. Cuando la carne se hace verbo*. Madrid: Morata.
- Pozo, J.I. (2003b). Buscando a Hal desesperadamente: de la psicología cognitiva a la psicología del conocimiento. *Anuario de Psicología, Universidad de Barcelona*, 34 (1) 3-28.

- Pozo, J. I. (2007). Ni cambio ni conceptual: la reconstrucción del conocimiento científico como cambio representacional. En J.I. pozo y F. Flores (Eds) *Cambio conceptual representacional en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias*. Madrid: Antonio Machado.
- Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- Pozo, J. I. y Pérez Echeverría, M. P. (2009). (Coordinadores) *Psicología del aprendizaje universitario: la formación de competencias*. Madrid: Ediciones Morata.
- Pozo, J. I., Pérez Echeverría, M. del P.; Mateos, M. Sanz, A., y Limón, M. (1992). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia como teorías implícitas. *Infancia y Aprendizaje*, 57, pp.3-22.
- Pozo, J.I.; Pérez Echeverría, M. P.; Sanz, A. y Limn, M. (1992). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia como teorías implícitas. *Infancia y Aprendizaje*, 57, 3-21.
- Pozo, J. I., y Rodrigo, M. J. (2001). Del cambio de contenido al cambio representacional en el conocimiento conceptual. *Infancia y Aprendizaje*, 24, (4), pp. 407–423.
- Pozo, J. I., y Scheuer, N. (1999). Las concepciones sobre el aprendizaje como teorías implícitas. En Juan Ignacio Pozo y Carles Monereo (Coords), *El aprendizaje estratégico*. Madrid: Santillana.
- Pozo, J.I.; Scheuer, N.; Mateos, M. y Perez Echeverría, M. del P. (2006) Las teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza. En J.I. Pozo, N. Scheuer, M.P. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín y M. de la Cruz, M. (Comp.) (2006). *Nuevas formas de pensar la Enseñanza y el Aprendizaje: las concepciones de profesores y alumnos*. Barcelona: Graó.
- Pozo, J. I., Scheuer, N., Pérez Echeverría, M. P., y Mateos, M. (1999). El cambio de las concepciones de los profesores sobre el aprendizaje. En: J. Ma. Sánchez., A. Oñorbe., y I. de Bustamante (Eds.), *Educación Científica*. Alcalá: Editorial de la Universidad de Alcalá.
- Pozo, J.I.; Scheuer, N.; Pérez Echeverría, M. P.; Mateos, M.; Martín, E. y de la Cruz, M. (Comp.) (2006). *Nuevas formas de pensar la Enseñanza y el Aprendizaje: las concepciones de profesores y alumnos*. Barcelona: Graó.
- Prior, P.A. (2006). A Sociocultural Theory of Writing. En Ch. Mc Arthur, S. Graham y J. Fitzgerald (Ed.) *Handbook of Research on Writing*. Nueva York: The Guilford Press.
- Prior, P.A. y Lunsford, K. (2008). History of Reflection, Theory, and Research on Writing. En Ch. Bazerman (Ed.) *Handbook of Research on Writing. History, Society, School, Individual, Text*. Nueva York: Routledge.
- Propp, V. (1928). *Morfología del cuento*. Madrid: Fundamentos.

- Reynoso Haynes, E. (1998). La planeación de un museo interactivo de ciencias. En: Jorge Flores Valdés (Compilador) *Cómo hacer un museo de ciencias*. Mexico DF: Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Reynoso Haynes, E (2001). La formación de divulgadores para museos de ciencia, *Museolúdica*, Publicación del Museo de la Ciencia y el Juego. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. 4, (7), pp. 25-30.
- Reynoso Haynes, E. (2008). “La comunicación de la ciencia y la evaluación de programa para formar divulgadores”. En: M. Lozano y C. Sánchez Mora (Editoras). *Evaluando la comunicación de la ciencia: una perspectiva latinoamericana*, CYTED, AEI, DGDC, UNAM, México, D.F.
- Rey-Rocha, J. y Sempere, M.J. (2007). *Científicos jóvenes y comunicación social de la ciencia. Experiencia en la Feria Madrid por la Ciencia*. Documento presentado en el IV Congreso de Comunicación Social de la Ciencia: Cultura Científica y Cultura Democrática, CSIC. Accesible en: [http://www.csciencia2007.csic.es/actas/co\\_b6\\_04.pdf](http://www.csciencia2007.csic.es/actas/co_b6_04.pdf)
- Rodrigo, M. J. (1985). Las teorías implícitas en el conocimiento social. *Infancia y Aprendizaje*, 31-32, 145-156.
- Rodrigo, M. J. y Correa, N. (1999). Teorías implícitas, modelos mentales y cambio educativo. En Juan Ignacio Pozo y Carles Monereo (Coords.), *El aprendizaje estratégico. Enseñar a aprender desde el currículo*. Madrid: Santillana.
- Rodrigo, M.J., Rodríguez, A. y Marrero, J. (1993). *Las teorías implícitas: una aproximación al conocimiento cotidiano*. Madrid: Visor.
- Rodríguez Moneo, M. (1999) *Conocimiento previo y cambio conceptual*. Buenos Aires: Aique.
- Rodríguez Moneo, M. (2000), (Comp.) Cambio Conceptual (Monográfico). *Tarbiya, Revista de innovación educativa* (26). IUCE: Universidad Autónoma de Madrid.
- Rosales, P. y Vázquez, A. (2006). Escribir y aprender en la Universidad. Análisis de los textos académicos de los estudiantes y su relación con el campo cognitivo. *Signo y Seña. Revista del Instituto de Lingüística*, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. 16, pp.47-69
- Rumelhart, D. E. (1984). Schemata: the building and the cognitive system. En: R.S. Wyer y T.K. Skroll (Eds.) *Handbook of social cognition*, Vol. 1 Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Russell, D.R., Lea, M., Parker, J., Street, B. y Donahue, T. (2009). Exploring Notions of Genre in “Academic Literacies” and “Writing across the Curriculum”: Approaches across countries and contexts. En Charles Bazerman, Adair Bonini, y Débora Figueiredo (Eds.) *Genre in a Changing World*. Indiana: Parlor Press.

- Sagan, C. (1995). *El Mundo y sus demonios. La ciencia como una luz en la oscuridad*. Buenos Aires: Planeta.
- Säljö, R. (1979). "Learning in the Learner's Perspective: 1: some commonplace misconceptions" *Reports from the Institute of Education*, University of Gothenburg, 76.
- Samuelowicz, K. (1999). *Academics educational beliefs and teaching practices*. Australian Digital Thesis Database. Griffith University.
- Samuelowicz, K., y Bain, J.D. (1992). "Conceptions of teaching held by academics teachers", en: *Higher Education*, (24), pp. 93-111.
- Samuelowicz, K. y Bain, J.D. (2001). Revisiting academic's beliefs about teaching and learning", en *Higher Education*, (41), pp. 299-325.
- Sánchez Miguel, E. (1993). *Los textos expositivos: estrategias para mejorar su comprensión*. Madrid: Santillana, Aula XXI.
- Sánchez Miguel, E. (1996). Los textos divulgativos como una conversación encubierta: análisis de los recursos comunicativos de un texto divulgativo. En: *Infancia y aprendizaje*, España, 75, pp. 85-96.
- Sánchez Mora, A. M. (1998). *La divulgación de la ciencia como literatura*. Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Colección Divulgación para divulgadores. México, DF: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sánchez Ron, J.M. (2010). Las ciencias más claras. *El País, Suplemento Babelia*. Disponible en: [http://elpais.com/diario/2010/07/10/babelia/1278720735\\_850215.html](http://elpais.com/diario/2010/07/10/babelia/1278720735_850215.html)
- Sánchez Ron, J.M. y Mingote, A. (2008). *¡Viva la Ciencia!* Barcelona: Editorial Crítica
- Sanders, T.J.M. y Schilperoord, J. (2006). Text Structure as a Window on the Cognition on Writing: How Text Analysis Provides Insights in Writing Products and Writing Processes. En Ch. Mc. Arthur, S.Graham y J. Fitzgerald (Eds.) *Handbook on Writing Research*. Nueva York: The Guilford Press.
- Scardamalia, M. y Bereiter, C. (1992). Dos modelos explicativos de los procesos de composición escrita. *Infancia y Aprendizaje*, 58, pp. 43-64.
- Scheuer, N.; de la Cruz, M. y Pozo, J.I. (2010). *Aprender a dibujar y a escribir. Las perspectivas de los niños, sus familias y maestros*. Buenos Aires: Noveduc libros.
- Scheuer, N.; de la Cruz, M. y Pozo, J.I.; Huarte, M. F.; Bosch, M. B.; Bello, A y Baccalá, N. (2006). Las teorías implícitas de los niños acerca del aprendizaje de la escritura. . En J.I. Pozo, N. Scheuer, M.P. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín y M. de la Cruz, M. (Comp.) (2006). *Nuevas formas de pensar la Enseñanza y el Aprendizaje: las concepciones de profesores y alumnos*. Barcelona: Graó.

- Scheuer, N. y Pozo, J.I (2006). ¿Qué cambia en las teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza? Dimensiones y procesos de cambio representacional. En J. I. Pozo; N. Scheuer; M. P. Pérez Echeverría; M. Mateos; E. Martín y M. de la Cruz, M. (Eds): *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje Las concepciones de profesores y alumnos*. Barcelona: Graó.
- Scheuer, N.; Pozo, J. I.; de la Cruz, M. y Echenique, M. (2006). Las concepciones de los niños acerca del aprendizaje del dibujo como teorías implícitas. . En J.I. Pozo, N. Scheuer, M.P. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín y M. de la Cruz, M. (Comp.) (2006). *Nuevas formas de pensar la Enseñanza y el Aprendizaje: las concepciones de profesores y alumnos*. Barcelona: Graó.
- Schommer-Aikins, M. y Easter, M. (2006). Ways of knowing and epistemological beliefs combined effect on academic performance. *Educational Psychology*, 26, pp. 411-423.
- Schraw, G. y Bruning, R. (1996) Reader's implicit models of reading. *Reading Research Quarterly*, 31, (3), pp. 290-305.
- Schulte-Löbbert, P., Jucks, R. y Bromme, R. (2007). Writing to a lay audience. Results and conclusions from a think-aloud study. Documento presentado en *EARLI 12<sup>th</sup> Biennial Conference* at Budapest, Hungary.
- Sempere, M.J., Garzón García, B. y Rey-Rocha, J. (2008). Scientists' motivation to communicate science and technology to the public: surveying participants at the Madrid Science Fair. *Public Understanding of Science* 17, (3), pp. 349-367.
- Sheskin, D.J. (2004). *Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures*. Boca Ratón, Florida: Chapman & Hall/CRC.
- Shommer, M. (1990). Effects of Beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 82, (3), pp. 498-504.
- Shommer, M. (1993). Epistemological development and academic performance among secondary students. *Journal of Educational Psychology*, 85, (3), pp. 406-411.
- Smith, F. (1982). *Writing and the writer*. London: Heinemann Educational Book Co.
- Snow, C. P. (1987). *Las dos culturas y un segundo enfoque*, Alianza Editorial: Madrid.
- Snow, C. E., y Uccelli, P. (2009). The challenge of Academic language. En D. R. Olson y N. Torrance (Eds.) *The Cambridge Handbook of Literacy*, pp. 112–133. Nueva York: Cambridge University Press.
- Solé, I.; Mateos, M.; Mirás, M.; Martín, E.; Cuevas, I.; Castells, N. y Gràcia, M. (2005). Lectura, escritura y adquisición de conocimientos en Educación Secundaria y Educación Universitaria. *Infancia y Aprendizaje*, 28, (3), 320-347.

- Spelke, E.S. (1991). Physical knowledge in infancy: Reflections on Piaget's theory. En S. Carey, y R. Gelman (Eds). *The Epigenesis of Mind: Essays on Biology and Cognition*. Nueva York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Stehr, N. (2005) *Knowledge politics: Governing the Consequences of Science and Technology*. Boulder, Co: Paradigm.
- Stekolschik, G., Draghi, C., Adaszko, D. y Gallardo, S. (2010). Does the public communication of science influence scientific vocation? Results of a national survey. *Public Understanding of Science*; 19, (5), 625-637.
- Stekolschik, G., Gallardo, S. y Draghi, C. (2007). La comunicación pública de la ciencia y su rol en el estímulo de la vocación científica. *Redes* 12, (25), pp. 165-180.
- Strauss, S. y Shilony, T. (1994). Teacher's models of children's minds and learning. En L. A. Hirschfeld y S. A. Gelman (Eds.) *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sturgis, P. y Allum, N. (2004). Science in society: re-evaluating the deficit model of public attitudes. *Public Understanding of Science*, 13, pp. 55-74
- Swales, J. M. (1990). *Genre analysis: English in academic and research settings*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Swales, J. M. (2004). *Research genres. Exploration and applications*. Glasgow: Cambridge University Press
- Swales, J.M. (2009). Worlds of Genre-Metaphors of Genre. En Ch. Bazerman, A. Bonini y D. Figueiredo (Eds.) *Genre in a Changing World*. Indiana: Parlor Press.
- Tale, W. y Sulzby, E. (1986). (Comp.) *Emergent literacy: Writing and Reading*. Norwood, NJ: Ablex
- Teberosky, A. (2001). *Proposta constructivista per aprendre a llegir i a escriure*. Barcelona: Vicens Vives.
- Teberosky, A. (2007). El texto académico. En M. Castelló (Ed.), *Escribir y comunicarse en contextos científicos y académicos. Conocimientos y estrategias*. Barcelona: Graó
- Thagard, P. R. (1992). *Conceptual revolutions*. Cambridge, MA., Cambridge University Press.
- Thorndyke, P. (1977). Cognitive structures in comprehension and memory of narrative discourse. *Cognitive Psychology*, 9, pp. 77-110.
- Todorov, T. (1969). *Poétique*, Paris: Seuil.

- Tolchinsky, L. (1996). Más allá de la modularidad de Annette Karmiloff Smith o cómo hacer de la psicología del desarrollo una ciencia relevante. *Anuario de Psicología*, Universidad de Barcelona, 69, pp. 199-211.
- Tolchinsky, L. (2000). Contrasting views about the object and purpose of metalinguistic work and reflection on academic writing, En A. Milina y A. Camps (Eds) *Metalinguistic Activity in Learning to Write*. Amsterdam University Press: Amsterdam
- Tolchinsky, L. (2003). *The Cradle of Culture and What Children Know About Writing and Numbers Before Being Taught*. NJ: LEA
- Tolchinsky, L. (2004). Childhood Conceptions of Literacy, en T. Nunes y P. Bryant (Eds.) *Handbook of Literacy*. Dordrecht: Kluwer Academia.
- Tolchinsky, L.; Rosado, E.; Aparici, M. y Pereda, J. (2005). Becoming proficient educated users of Language. In D. Ravid y H. Baat Zeev Shydrot (Eds.) *Perspectives on language and language development* 375-399. Dordrecht: Kluwer.
- Tomasello, M. Kruger, A. y Ratner, H. (1993). Cultural Learning. *Behavioral and Brain Sciences*, 16, pp. 495-552.
- Torrado y Pozo (2006). Del dicho al hecho: de las concepciones sobre el aprendizaje a la práctica de la enseñanza de música. En J.I. Pozo, N. Scheuer, M.P. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín y M. de la Cruz, M. (Comp.) (2006). *Nuevas formas de pensar la Enseñanza y el Aprendizaje: las concepciones de profesores y alumnos*. Barcelona: Graó.
- Torrado, J. A. (2003). *Las concepciones de profesores y alumnos sobre el aprendizaje de la música. Un estudio sobre la enseñanza de instrumentos de cuerda en los conservatorios profesionales*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Torrance, M. y Gailbraith, D. (2006). The Processing Demands of Writing. En Ch. McArthur, S. Graham y J. Fitzgerald (Eds). *Handbook of Writing Research*. Nueva York: The Guilford Press.
- Toulmin, S. (1972). *Human Understanding*. Princeton: Princeton University Press.
- Trench, B. y Junker, K. (2001). How scientists view their public communication. Documento presentado en *Trends in Science Communication Today, 6<sup>th</sup> International Conference on PCST*, Ginebra, Suiza. Disponible en. <http://visits.web.cern.ch/visits/pcst2001/proc/Trench-Junker.doc>
- Turney, J. (1996). Public Understanding of Science. *The Lancet*, 347, pp. 1087-1090
- Turney, J. (2004). Accounting for explanation in popular science texts –an analysis of popularized accounts of superstring theory. *Public Understanding of Science*, 13, pp. 331-346.

- Turney, J. (2008). Popular science books. En: Massimiano Bucchi y Brian Trench (Eds.) *Handbook of Public Communication of Science and Technology*. Londres: Routledge.
- Tynjälä, P. (1997). Developing education student's conceptions of the learning process in different learning environments. *Learning and Instruction*, 7(3), pp. 277-292
- Tynjälä, P. (1998). Writing as a tool for constructive learning: students learning experiences during an experiment. *Higher Education* 36, pp. 209-230.
- Tynjälä, P. (1999). Towards expert knowledge? A comparison between a constructivist and a traditional learning environment in the University. *International Journal of Educational Research*, 31, pp. 357-442.
- Tynjälä, P. (2001) Writing, learning and the development of expertise in higher education. En: P. Tynjälä, L. Mason y K. Lonka (Eds) *Writing as a learning tool. Integrating theory and practice*. The Netherlands: Kluwer Academic Press.
- Van Dijk, T. (1998). *Texto y contexto: Semántica y pragmática del discurso* (6th ed.). Madrid: Catedra Linguística.
- Van Dijk, T., y Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press.
- Vara, A.M. (2003). "Transgénicos: elementos para entender una polémica", *Química Viva* 2, (3), diciembre. Disponible en: <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/qviva/qviva23.html>
- Vara, A.M. (2007a). *El "caso papeleras" como controversia transnacional: Motores, ayudantes y estrategia boomerang*. Disponible en: [www.unsam.edu.ar/escuelas/politica/ponencias/Ana%20Mar%C3%ADa%20Vara.pdf](http://www.unsam.edu.ar/escuelas/politica/ponencias/Ana%20Mar%C3%ADa%20Vara.pdf).
- Vara, A. M. (2007b). Sí a la vida, no a las papeleras. En torno a una controversia ambiental inédita en América Latina", *Redes*, 12, (25), pp. 15-49.
- Vara, A.M. (2007c) El público y la divulgación científica: Del modelo de déficit a la toma de de decisiones. *Revista Química Viva*, 2, (6) 42-52.
- Vara, A.M. (2009). ¿Una ola de ludismo en América Latina? *Revista CTS-Foro; Divulgación y Cultura científica Iberoamericana*, de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Cultura y la Ciencia (OIE). Disponible en: <http://www.oei.es/divulgacioncientifica/opinion0004.htm?article543>
- Vara, A.M. y Hurtado De Mendoza, D. (2004). Comunicación pública, historia de la ciencia y "periferia". En: Eduardo Wolovelsky, Héctor Palma, Diego Golombek, Ana María Vara y Diego Hurtado de Mendoza, *Certezas y Controversias*. Buenos Aires: Libros del Rojas, 71-103.



- Vélez, G. (2006). Las autobiografías lectoras como autobiografías de aprendizaje. En J. I. Pozo; N. Scheuer; M. P. Pérez Echeverría; M. Mateos; E. Martín y M. de la Cruz, M. (Eds.): *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje Las concepciones de profesores y alumnos*. Barcelona: Graó.
- Verón, E. (1987). *La semiosis social. Fragmentos de una teoría de la discursividad*. Barcelona: Gedisa.
- Vilanova, S. L.; Mateos, M. y García, M.B. (2011). Las concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje en docentes universitarios de ciencias. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 2 (3), pp. 53-86.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, (1), pp. 45-69
- Vosniadou, S. (2008). (Ed.) *International Handbook of Conceptual Change*. Londres: Routledge.
- Vosniadou, S.; Vamvakoussi, X. y Skopeliti, I. (2008). The Framework Theory Approach to the Problem of Conceptual Change. En S. Vosniadou (Ed.) *International Handbook of Research on Conceptual Change*. Nueva York: Routledge.
- Vygotsky, L. S. (1934) *Thought and language*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Vygotsky, L. S. (1978). *El Desarrollo de los Procesos Psicológicos Superiores*. (Título original: Mind in Society. The Development of Higher psychological Processes). México: Crítica.
- Vygotsky, L. S. (1983). *Obras escogidas II*. Madrid: Aprendizaje visor.
- Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and language* Cambridge: M.I.T. Press [Edición en castellano: (1973). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: Pleyade]
- Wagensberg, J. (2006). *A más cómo, menos por qué*. Barcelona: Tusquets
- Wagensberg, J. (2007). *El gozo intelectual*. Barcelona: Tusquets.
- Wagensberg, J. (2010). *La ciencia también cuenta historias*. Revista Ñ. Disponible en: [http://www.revistaenie.clarin.com/ideas/tecnologia-comunicacion/Jorge\\_Wagensberg\\_0\\_374962752.html](http://www.revistaenie.clarin.com/ideas/tecnologia-comunicacion/Jorge_Wagensberg_0_374962752.html)
- Ward, J. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal American Statistic Association*, 58, 236-244.
- Weigold, M. (2001). Communicating Science: A review of the Literature. *Science Communication* 23, (2), pp. 164-193.
- Wellman, H.M. (1990). *The Child's Theory of Mind*. Cambridge, MA: MIT Press.

- Wolfram Mathematica 7.0 (2012) (for student). Disponible en <http://www.wolfram.com/>
- Wolovelsky, E. (2004). El Siglo XX ha concluido. En Eduardo Wolovelsky, Héctor Palma, Diego Golombek, Ana María Vara y Diego Hurtado de Mendoza, *Certezas y Controversias*. Buenos Aires: Libros del Rojas.
- Yore, L. D., Bisanz, G. L., y Hand, B. M. (2003). Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research. *International Journal of Science Education*, 25, pp. 689-725.
- Yore, L. D., Hand, B. M., y Florence, M. K. (2004). Scientists' views of science, models of writing, and science writing practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, pp. 338-369.
- Yore, L.; Hand B. M. y Prain, V. (2002). Scientists as Writers, *Science Education*, Volume 86, (5), pp. 672-692.
- Yore, L.D. (2000). Enhancing science literacy for all students with embedded reading instruction and writing-to-learn activities. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 5, pp. 105-121.
- Zecchetto, V. (2006). *La danza de los signos. Nociones de semiótica general*. Buenos Aires: La Crujía.
- Ziman, J. (1978). At Beginnings-Physicists Life. *The Times Literary Supplement*, pp. 56-56
- Ziman, J. (1992). Not knowing, needing to know, and wanting to know. En: B. V. Lewenstein (Ed.) *When science meets the public*. Washington,DC: American Association for the Advancement of Science.
- Ziman, J. (2000). *Real science: What it is, and what it means*. New York: Cambridge University Press.

## **ANEXO I**

1. INSTRUMENTOS DE INDAGACIÓN DE REPRESENTACIONES IMPLÍCITAS
2. CUESTIONARIO DE CONCEPCIONES EN DIVULGACIÓN Y EDUCACIÓN CIENTÍFICAS
3. CODIFICACION PARA ARMADO DE TABLA MATRIZ
4. TABLA MATRIZ RESULTADOS
5. PARANGONES DE LA CLASIFICACIÓN

*FASE 1*

## AI.

### 1. INSTRUMENTOS DE INDAGACIÓN DE REPRESENTACIONES IMPLÍCITAS

**Tabla A.1. Un panorama de los Instrumentos de indagación de representaciones implícitas en estudios previos**

NOMBRE	AUTOR/ES	OBJETO DE INDAGACIÓN	INSTRUMENTOS	PARTICIPANTES	COMENTARIOS/ RESULTADOS
Checklist of educational values-CLEV	Perry, 1970	Naturaleza del conocimiento Sentido que se dan las experiencias universitarias	Cuestionario Entrevista	313 alumnos Entrevista individual a 31 (27 hombres y 4 mujeres)	Las diferencias se deben a la personalidad y al desarrollo evolutivo
ENTREVISTA A	Belenky <i>et al.</i> 1986	Fuente del conocimiento: entender la manera de conocer de la mujer	Estudio de casos Entrevista semi-estructurada	135 mujeres (95 ligadas a universidad y 45 a trabajos sociales)	La forma de conocer de la mujer, se relaciona con el autoconcepto
Measure of Epistemological Reflection-MER	Baxter Magolda y Porterfield 1985	Naturaleza del conocimiento Confrontar los trabajos previos	Estudio longitudinal de 5 años	101 estudiantes (con representación de colectivos minoritarios)	Epistemología es entendida como una percepción de la experiencia educativa
Reflective Judgment Inventory - RJI	King y Kitchener 1981 Segunda versión: 1993	Naturaleza del conocimiento y justificación que subyace al razonamiento	Estudio longitudinal de 15 años. Entrevista estructurada Cuestionario de 6 preguntas. Se analiza 3 veces. Entrevistadores certificados.	Estudiantes universitarios de diferentes edades Desde jóvenes hasta adultos. Razonamiento en voz alta.	El RJI encontró siete etapas que describen cómo los supuestos sobre el conocimiento y los conceptos de justificación evolucionan desde la adolescencia a la edad adulta. El progreso se da gracias a la adquisición de habilidades y el propio entorno de aprendizaje. Juicio reflexivo es la habilidad para evaluar demandas cognitivas, y se adquiere recién en la adultez
Entrevista sobre Razonamiento Argumentativo	Kuhn 1991	Estrategias argumentativas: Pensamiento sobre la vida cotidiana	2 entrevistas individuales de 45-90 min. Preguntas sobre hogar y trabajo, ej. ¿Por qué reincide un criminal? ¿Por qué se falla en la escuela? ¿Por qué hay desempleo?	Gran variedad respecto a los entrevistados: Desde 20 a 60 años	Se pide una postura opuesta, refutación y solución a una situación Reflexión epistemológica sobre el rol de la evidencia Primer estudio cuyos participantes no fueron sólo académicos

Epistemological Questionnaire -EQ	Schommer-Aikins, Duell y Hutter 2005	Cómo influyen las creencias de alumnos de secundaria en el futuro rendimiento académico.	Cuestionario de 63 ítems agrupadas en 12 subítems Escala Likert	Amplio rango de edades	Estudio cualitativo Propone 5 dimensiones que van de un extremo a otro en un continuo: Estructura, Estabilidad, Fuente, Velocidad y Habilidad. Sugiere que tanto las creencias epistemológicas generales y las de dominio específico predicen el desempeño académico
Colorado Learning attitudes about Science Survey CLASS	Dept. of Physics University of Colorado	Variedad en actitudes, creencias, expectativas y marcos epistemológicos transmitidos en los cursos introductorios de física	38 frases en escala Likert: Comprensión conceptual Conexión Fisca-Matemática Búsqueda de sentido-Esfuerzo conexión con el mundo real Interés personal	750 estudiantes universitarios que toman cursos introductorios de física. (variedad de cursos)	Influencia de las prácticas en las creencias de los alumnos Relación entre las creencias y el tipo de curso que eligen Relación entre las creencias y el aprendizaje conceptual
Epistemological Belief assessment for Physics Science - EBAPS	Elby, Frederiksen Schwarz y White (1997)	Postura epistemológica en estudiantes de cursos introductorios (relación con el EQ de Schommer)	1. Cuestionario Likert 2. Elección entre múltiples opciones 3. Temas de debate	Sin datos	Combina la escala Likert con otras porque cree que si no los resultados son parciales.
Statements about Science Instrument - SASI	Burnley et al., 2002	Cambios por prácticas de investigación Cuestionario y 3 preguntas abiertas ¿Qué significa estudiar algo científicamente? ¿Qué es una teoría? ¿Cómo se puede diferenciar buena de mala ciencia?	No hay respuestas correctas. Tomaron el instrumento como un osciloscopio que brinda una señal hacia una dirección	Sin datos	Diferencias de calidad de aprendizaje entre un contexto de aula tradicional y una situación de aprendizaje en laboratorio o investigación. Validez del instrumento
Maryland Physics expectation Survey - MPEX	Redish et al. 1998		Escala Likert sobre cuestiones específicas de la física aplicada luego de una instrucción específica	1500 alumnos de curso introductorio al cálculo, primer año de 6 Universidades	Desestima la sofisticación que pueden tener las teorías epistemológicas, una respuesta puede reflejar tanto la postura hacia el aprendizaje como sus metas. Diferencia importante entre Expertos y Novatos Deterioro de expectativas luego del curso introductorio

CUESTIONARIO DE CREENCIAS IMPLÍCITAS	Pecharrómán 2003; 2004	Cómo influyen las concepciones epistemológicas en el aprendizaje	Dos cuestionarios sobre creencias en ciencias naturales y sobre moral	Estudiantes y Profesores de ESO y de Bachillerato	Dos momentos del cuestionario. Uno para determinar la postura (+justificación) y otro para relacionar la postura con el aprendizaje
CUESTIONARIO DE DILEMAS UAM	Pérez Echeverría; Pecharrómán; Bautista y Pozo 2006	Posturas acerca del aprendizaje y enseñanza	Dilemas que reflejan situaciones conflictivas respecto a la enseñanza	Varios estudios con alumnos de secundaria, universidad, Profesores, etc. (Por ejemplo, Bautista y Pérez Echeverría, 2008, con 45 profesores de música)	Eficacia para detectar las diversas concepciones sobre el aprendizaje y enseñanza
Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas en Profesores - IMPECID	Porlán <i>et al.</i> 1997	Factores que influyen en concepciones sobre la naturaleza de la ciencia y su enseñanza y aprendizaje	56 ítems en cuatro categorías: Modelo didáctico personal Imagen de la ciencia Teoría del aprendizaje Metodología de enseñanza de las ciencias	Estudio longitudinal con una profesora de biología, en dos momentos de su vida profesional A partir del cuestionario se realizan mapas cognitivos	Acuerdo con posturas contrapuestas (positivista-constructivista) con intervalo de 9 años. La primera vez eligió el mapa positivista y la segunda, el constructivista
Epistemological Beliefs Questionnaire -EBQ	Qian Alvermann 1995	Adaptación del EQ de Schommer	32 ítems basados en tres factores Rapidez en el aprendizaje Conocimiento simple/cierto Habilidad innata	Estudiantes secundarios (creencias en el estudio de temas contra intuitivos de física)	Creencias epistemológicas están en estrecha relación con "el cambio conceptual de aprendizaje" en la física

## AI. 2. CUESTIONARIO

*Le solicitamos responda basándose en su propia experiencia y teniendo en cuenta que no nos proponemos evaluar sus respuestas, sino conocer distintos puntos de vista acerca de la divulgación científica. Toda información será tratada en forma confidencial. Es por ello que le pedimos responda con total franqueza a las tareas presentadas, que le demandarán alrededor de media hora, y que devuelva su respuesta, en lo posible, en una semana, a [bengt@cab.cnea.gov.ar](mailto:bengt@cab.cnea.gov.ar)*

*Si Ud. desea recibir el archivo en forma impresa, solicítelo por mail ([bengt@cab.cnea.gov.ar](mailto:bengt@cab.cnea.gov.ar)) y se la haremos llegar a la brevedad.*

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

*En primer lugar necesitamos que nos aporte algunos datos que serán utilizados para realizar análisis estadísticos.*

Títulos académicos:

Edad:

Sexo:

ACTIVIDAD DE PRODUCCIÓN DIVULGATIVA ( <i>por favor completar aunque cuente con sólo una instancia de producción</i> )	Marcar con una X
No realiza divulgación científica	
Comienza a divulgar como estudiante	
Comienza a divulgar al iniciarse en su profesión	
Comienza a divulgar una vez afianzado en su profesión	

*Imaginemos que existe la revista de divulgación científica “Ciencia para todos”, dirigida a un público amplio en cuanto a edad y a conocimientos. Los lectores habituales de la revista son adolescentes (a partir de los 12 o 13 años), jóvenes y adultos, gente curiosa en general, que han completado la educación primaria en adelante.*

*El equipo editor busca conocer la postura de sus lectores y lectoras, así como de los investigadores/as acerca de ciertos aspectos de la divulgación y la educación científicas.*

*Nos interesa conocer su postura acerca de los siguientes aspectos de la divulgación científica*

1. La importancia de la divulgación científica radica principalmente en: (**marque con X las dos opciones con las que más acuerde. Si marca más de dos o una sola, su respuesta no podrá ser procesada**)

Captar tempranamente futuros científicos o talentos científicos.	
Valorar la ciencia y a los científicos, lo que ayudará a que la ciudadanía apoye la inversión en ciencia.	
Promover en las personas no expertas en ciencia el replanteo de los fenómenos cotidianos, para que avancen hacia una mayor comprensión y reflexión.	
Elevar el nivel medio de conocimientos científicos en la población general, de una manera autorizada, accesible y actualizada, desterrando supersticiones comunes aún hoy en día.	
Garantizar el derecho de la población a conocer los avances y problemas de la ciencia, lo que promoverá el ejercicio de una ciudadanía responsable.	
Es inútil. Por ser informal y asistemática, no logra un cambio real en los conocimientos de las personas acerca de la ciencia.	

2. Las mejores propuestas de divulgación científica son las que: (**marque con X las dos opciones con las que más acuerde. Si marca más de dos o una sola, su respuesta no podrá ser procesada**)

Despiertan el interés en temas científicos presentando la actividad científica de manera divertida, moderna y original.	
Promueven actividades en las que los destinatarios tomen conciencia de sus propios conocimientos, expongan sus creencias, dudas y limitaciones, favoreciendo su reformulación, revisión y ampliación.	
Muestren la verdadera ciencia en su contexto de producción, con su terminología, métodos y resultados de última generación y a los científicos trabajando en su laboratorio con la perseverancia y el esfuerzo necesarios para hacer ciencia.	
Permiten a los destinatarios hacer experimentos y prácticas, favoreciendo la adquisición de nuevos conocimientos o el abandono de los erróneos.	
Se dedican a presentar los resultados indiscutiblemente más importantes de la ciencia en forma clara, simple y concisa.	
Concientizan al público sobre los diversos niveles de análisis de la realidad, lo que le permitirá cierto nivel de integración y relación de los conocimientos de la vida diaria y los conocimientos científicos.	



3. Cuando el público general tiene una concepción o idea intuitiva, que resulta errónea según el conocimiento científico, lo mejor de una iniciativa de divulgación científica sería que: **(marque con X las dos opciones con las que más acuerde. Si marca más de dos o una sola, su respuesta no podrá ser procesada)**

Proponga la explicitación de las creencias, contradicciones e inquietudes sobre el tema, permitiendo cuestionarlas y revisarlas luego del análisis de argumentos más sólidos y fundamentados.	
Retome la idea errónea y, valiéndose de recursos actuales y novedosos, la descalifique y presente la noción correcta, con el objetivo de que se la adopte en el futuro, en lo posible con cierta comprensión.	
Explique la posición correcta al respecto mencionando apenas la idea incorrecta para que ésta no se siga fijando o se difunda aún más.	
Presente la idea en su contexto científico, detalladamente y con rigurosidad, lo que asegurará que se sustituya la noción incorrecta por la sustentada científicamente.	
Brinde explicaciones que permitan profundizar la comprensión y, eventualmente, plantearse nuevas dudas y problemas, desde un punto de vista más abarcativo y consistente.	
Analice, contraste y aclare las razones que la hacen incorrecta desde el punto de vista de los científicos, luego se presente la idea correcta para que se abandone la incorrecta.	

4. En su opinión, para asegurar que los investigadores se involucren en la divulgación científica, sería crucial que hubiera iniciativas de política científica que promuevan: **(marque con X las dos opciones con las que más acuerde. Si marca más de dos o una sola, su respuesta no podrá ser procesada)**

La creación de un instructivo básico general de fácil implementación y éxito comprobado para que los investigadores pongan en práctica actividades divulgativas según las necesidades de la sociedad actual.	
La obligatoriedad de dedicarse a la divulgación a través de la evaluación sistemática de la actividad científica de los investigadores.	
La formación en divulgación de los investigadores y el intercambio con diversos sectores de la sociedad con el fin de mejorar las propuestas divulgativas en función de las necesidades y de los resultados.	
Establecer un sistema de asesorías técnicas breves y de calidad, para aquellos investigadores que dedican parte de su actividad a la divulgación científica.	
Proyectos interdisciplinarios de divulgación científica, en los que las diferentes áreas integren sus diversos puntos de vista y generen un material que ayude a los receptores a replantearse su propio punto de vista.	
Destinar partidas presupuestarias que contemplen ayudas, premios, etc. para aquellos que participen o presenten proyectos destinados a la divulgación científica.	

***Nos interesa también conocer su postura acerca de ciertos aspectos de la Educación Científica.***

**5. Las mejores condiciones para aprender ciencias son:** *(marque con X las dos opciones con las que más acuerde. Si marca más de dos o una sola, su respuesta no podrá ser procesada)*

Propuestas que recuperan los conocimientos de los alumnos, por más limitados que sean, para ampliarlos, ajustarlos o revisarlos a partir de los conocimientos nuevos.	
Disponer de muchas horas de educación científica y continuado acceso a variados ambientes bien equipados a cargo de personal especializado.	
Una enseñanza que promueva en los alumnos formas más potentes y abarcativas de explicar aspectos de la realidad y a ampliar su horizonte de intereses.	
Contar con explicaciones claras y modelos de resolución de situaciones relacionadas con la disciplina y luego ofrecer problemas para que se practique y afiance lo enseñado.	
Acceder a clases o experiencias que ejemplifiquen, grafiquen o ilustren adecuadamente cómo son los fenómenos del mundo y cómo se hace ciencia.	
Participar de experimentos motivantes diseñados para aprender en forma activa y divertida usando técnicas y herramientas actuales.	

**6. Quienes mejor pueden enseñar ciencias son aquellas personas:** *(marque con X las dos opciones con las que más acuerde. Si marca más de dos o una sola, su respuesta no podrá ser procesada)*

Que poseen un gran conocimiento del tema y pueden presentar lo esencial de manera simplificada.	
Interesadas en qué saben, cómo piensan y resuelven problemas los alumnos y les permiten revisar y ampliar sus conocimientos y replantearlos, aunque esto les demande más tiempo.	
Con un gran conocimiento del tema y que lo presentan de manera amena y divertida, sin sacrificar la rigurosidad.	
Que atienden los conocimientos y dudas de los alumnos, favoreciendo formas más sólidas y conscientes de entender los fenómenos para operar en diversas situaciones y acceder a nuevos conocimientos.	
Que parten de lo que los alumnos creen que saben sobre el tema para lograr finalmente corregir serios, aunque lamentablemente comunes, errores conceptuales.	
Que presentan el tema de manera clara, precisa y actualizada, sin incluir errores técnicos o conceptuales.	

**9. Desde qué nivel educativo vale la pena que un estado invierta en educación científica** *(marque con una X. Elija una opción)*

Jardín de infantes	
Primaria	
Secundaria	

***Nos interesa también conocer su opinión acerca de tres textos de divulgación científica.***

*Como es sabido existen muchas maneras de formular una misma idea. Tres investigadores con experiencia en divulgación han propuesto diferentes versiones de un pasaje de un texto que aborda el tema de la Ley de Gravitación Universal de Newton, que será incluido en la revista de divulgación científica “CIENCIA PARA TODOS”, cuyas características hemos esbozado anteriormente.*

OPINION SOBRE LOS TEXTOS	1	2	3
<i>Le solicitamos que elija sólo uno en cada caso</i>			
¿Cuál le parece más adecuado para explicar el tema en el contexto de la revista de divulgación?			
¿Cuál le parece el menos indicado?			

---

### **Versión 1**

La teoría de la gravitación de Isaac Newton (1642-1727) explica el movimiento de objetos terrestres o cuerpos celestes a través de una atracción mutua entre pares de objetos masivos proporcional al producto de las dos masas e inversamente proporcional al cuadrado de las distancias. En notación moderna la ley de gravitación universal expresa:

$$F = \frac{GmM}{r^2}$$

donde M y m son las masas de los dos objetos, r es la distancia que los separa y G es la constante universal de gravitación.

---

### **Versión 2**

¿Alguna vez se ha preguntado por qué los objetos de la Tierra caen si nada los sostiene y en cambio los astronautas parecen flotar en el espacio? ¿Cómo explicaría la razón de ver al Sol y la Luna cambiar su posición en el cielo regularmente?

Estas dos preguntas, aparentemente referidas a fenómenos independientes, sin relación entre sí, fueron respondidas inicialmente por Isaac Newton en el siglo XVIII, formulando su ley de gravitación universal. De acuerdo a esta ley, todos los cuerpos se atraen con la intensidad directamente proporcional a sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. Así, según esta ley, los objetos caen en la Tierra porque son atraídos por ella, y esta atracción es mayor cuanto más grande es su masa y cuanto menor es su altura sobre la superficie. En cambio, los astronautas parecen “flotar” en el espacio vacío porque nada detiene su caída libre

El Sol y la Luna describen trayectorias regulares en el cielo. Según Newton, porque los objetos celestes, igual que los terrestres, también se comportan de acuerdo a su ley. Si la Luna no cayera hacia la Tierra, se alejaría de nosotros cada vez más y no la veríamos brillar todas las noches. Con lo cual, no podríamos predecir su forma e

intensidad con rigurosidad. Igualmente, la Tierra cae hacia el Sol. De lo contrario, se alejaría cada vez más de él y se acabaría la continua sucesión de estaciones anuales.

Pero si la atracción es mutua, ¿por qué son los objetos los que caen a la Tierra y no es la Tierra la que se levanta hacia ellos? ¿Por qué la Luna no choca con la Tierra o la Tierra con el Sol, si en verdad están cayendo? Para responder a estas preguntas, en el contexto de la física de Newton, hay que apelar a otros dos principios (el lector interesado puede consultar “*Cuántas cosas nos explica la Ley de Newton*”

[www.fisicaparatodos.org/newton/principios](http://www.fisicaparatodos.org/newton/principios))

¿Por qué la naturaleza se comporta de esta forma? ¿Por qué la atracción entre los cuerpos es proporcional a sus masas y no a otros factores como sus temperaturas o composiciones químicas, por ejemplo? La ley de Newton sostiene que la potencia inversa de la distancia es 2, es decir el cuadrado, pero, ¿podría ser 1,8 o 2,1?

Estas preguntas fueron respondidas por Albert Einstein en el siglo XX, y para ello propuso un cambio radical a la concepción newtoniana de la gravedad. Reemplazó la idea de “atracción” entre cuerpos masivos, por la de geometría. De acuerdo a esta idea, los cuerpos siguen trayectorias determinadas por la forma del espacio y el tiempo en que se mueven. Pero ¿la materia se comporta siempre de esta forma?, ¿a cualquier escala?, ¿en la Tierra, en el sistema solar, la Vía Láctea, otras galaxias?, ¿y también en el mundo microscópico, dentro de los átomos y los núcleos atómicos? Esto es lo que están intentando explicar los físicos hoy en día, a través de la mecánica cuántica, la teoría de cuerdas o teoría M (el lector interesado puede leer “*La búsqueda de una teoría unificadora*” [www.fisicaparatodos.org/teoriaM](http://www.fisicaparatodos.org/teoriaM)).

---

### **Versión 3**

Los cuerpos se atraen debido a sus masas. Esta fuerza de atracción se llama gravitatoria. Para que los efectos de la fuerza de atracción entre dos cuerpos sean notables, al menos alguno de ellos debe tener una gran masa. Así notaríamos claramente la fuerza de atracción de la Tierra a nosotros mismos, que se llama peso.

La teoría de la gravitación de Isaac Newton explica el movimiento de los objetos terrestres o celestes sometidos a esta fuerza gravitatoria. Newton concluyó que cuanto mayor eran las masas de los cuerpos participantes, mayor era la fuerza y que alejando los cuerpos a un doble de distancia, esta fuerza se dividía por cuatro. Con lo cual propuso la fórmula conocida como Ley de Gravitación Universal:

$$F = \frac{Gm\Lambda}{r^2}$$

Es decir la fuerza entre dos cuerpos es directamente proporcional a sus masas es inversamente proporcional al cuadrado de las distancias que las separa. G: es llamada constante de gravitación universal e indica la fuerza que existe entre dos cuerpos de una masa igual a un kilo, separados a una distancia de un metro.

---

*Para terminar le solicitamos algunos datos relativos a su experiencia laboral y en divulgación, que serán utilizados con fines estadísticos.*

**Investigación:**

**Situación laboral actual en el área de investigación (marcar con una X la/s opción/es que corresponda/n; puede ser más de una):**

SITUACIÓN LABORAL (Investigación)	Marque con una X
<b>Becario/a (indicar nivel)</b>	
<b>Investigador/a con director/a</b>	
<b>Investigador/a sin director/a</b>	
<b>Dirige becarios</b>	
<b>Dirige un grupo de investigación</b>	
<b>Otros (especificar)</b>	
<b>Años totales de trabajo en investigación (incluyendo etapa como becario/a):</b>	

Docencia:

**Situación laboral actual en el área de docencia (marcar con una X la/s opción/es que corresponda/n):**

SITUACIÓN LABORAL (Docencia)	Marque con una X
<b>Estudiante (indicar nivel)</b>	
<b>Ayudante</b>	
<b>Jefe/a de Trabajos Prácticos</b>	
<b>Profesor/a</b>	
<b>Coordinador/a de programa (carrera, maestría, doctorado)</b>	
<b>Otros (especificar)</b>	
<b>Años totales de docencia universitaria (incluyendo ayudantías o similares):</b>	

TIPO DE EXPERIENCIA EN DIVULGACION COMO DIVULGADOR O COMO PUBLICO, *Considere solamente las actividades divulgativas que se dirigen a público general o especialistas de otras disciplinas (y no aquellas entre especialistas en diferentes ramas de la Física o académicas).*

*Marque con una X la que corresponda, puede marcar una, varias o todas las opciones de divulgación aquí presentadas*

Participación como <u>DIVULGADOR</u> <i>Marque con una X o especifique según el caso</i>	Frecuencia		
	Nunca o ninguna vez	1- 4 veces	+ de 5 veces
Brinda charlas abiertas, cafés científicos, participa en entrevistas, radio o televisión			
Escribe artículos en medios gráficos (ej: diarios, Revista <i>Muy Interesante</i> , <i>Ciencia Hoy</i> ) o electrónicos (ej: portales, etc.) Especifique en qué medio:			
Edita artículos en revistas o libros de divulgación			
Escribe capítulos de libros de divulgación			
Escribe libros de divulgación			
Escribe textos para educación formal (indicar para qué nivel educativo):			
Presenta trabajos en muestras de divulgación			
Organiza muestras de divulgación o museos de ciencia			
Otros (especificar)			

Participación como <u>PÚBLICO</u> <i>Marque con una X o especifique según el caso</i>	Frecuencia		
	Nunca	Raramente	Muy frecuente mente
Asiste a charlas abiertas, cafés científicos, mira programas de TV o escucha programas radiales de divulgación. Especifique cuales:			

<b>Lee artículos de medios gráficos (ej: diarios, Revista <i>Muy Interesante</i>, <i>Ciencia Hoy</i>) o electrónicos (ej: portales, etc.) Medios preferidos:</b>			
<b>Lee libros de divulgación</b>			
<b>Indaga cómo están presentados los temas científicos en textos de educación formal</b>			
<b>Concurre a muestras de divulgación</b>			
<b>Otros (especificar):</b>			

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACION

**AI.3.CODIFICACION PARA ARMADO DE TABLA MATRIZ****Tabla AI.3 Codificación para armado de la matriz para ACM**

<b>Categoría Activa</b>	<b>Modalidades</b>	<b>Codificación</b>	<b>Categoría Ilustrativa</b>	<b>Modalidades</b>	<b>Codificación</b>
<b>DR1</b>	drDI	1	<b>Nivel Educativo</b>	Nsec	1
	drDC	2		Npri	2
	drIC	3		Nini	3
	drCC	4		Nnr	4
<b>DP2</b>	dpDI	1	<b>Género</b>	F	1
	dpDC	2		M	2
	dpIC	3	<b>Comienzo Divulgación</b>	Cnd	1
	dpCC	4		Cest	2
<b>DI3</b>	diDI	1		Cpro	3
	diDC	2		Cava	4
	diIC	3		Cnr	5
	diCC	4	<b>Elección positiva</b>	tID+	1
	diNR	5		tCC+	2
<b>DC4</b>	dcDI	1	<b>Elección negativa</b>	tnr+	3
	dcDC	2		txD-	1
	dcIC	3		txI-	2
	dcCC	4		txC-	3
<b>EPE5</b>	epDI	1	<b>Etapas vital</b>	tnr-	4
	epDC	2		Ejo	1
	epIC	3		Eate	2
	epCC	4		Eam	3
	epNR	5		Eta	4
<b>EC6</b>	ecDi	1	<b>Experiencia divulgación</b>	EDnu	1
	ecDC	2		EDb	2
	ecIC	3		EDm	3
	ecCC	4		EDa	4
	ecNR	5		EDnr	5
			<b>Experiencia público</b>	EPb	1
				EPm	2
				EPa	3



**AI.4 Tabla Maríz Fase 1 (se indican los participantes de la Fase 2)**

Participante	DR1	DP2	DI3	DC4	EPE5	EPC6	Niv	Sex	CoDi	Txt+	Txt-	ExD	ExP	etap
1	3	1	3	1	2	3	3	2	3	2	1	3	3	2
2	1	3	3	1	1	4	2	2	1	2	1	3	1	2
3	3	1	1	3	1	1	2	2	3	2	1	3	3	4
4	1	3	3	4	1	3	2	2	3	2	1	3	3	2
5	2	1	3	1	1	3	1	2	4	1	3	4	2	3
6	3	2	1	2	1	2	2	2	1	1	3	1	1	1
7	1	3	3	1	2	2	2	1	3	2	1	2	1	1
8	4	3	4	1	3	3	1	2	1	2	1	2	1	2
9	4	4	4	4	4	4	3	1	2	2	1	4	3	1
10	1	1	1	2	1	2	3	2	4	1	2	4	1	2
11	1	1	1	2	1	1	2	2	3	2	1	2	1	3
12	4	2	4	3	2	3	2	2	1	2	1	1	1	2
LENA-13	4	4	4	4	3	1	3	1	3	2	1	4	2	2
14	4	2	4	3	2	3	2	2	1	2	1	1	3	2
15	3	2	3	2	1	2	2	2	4	2	1	1	1	2
TEO-16	3	2	3	2	5	5	4	2	4	2	2	3	2	3
17	3	2	1	1	1	2	2	1	4	2	1	1	1	4
18	1	3	3	2	1	3	2	2	2	2	1	4	2	1
19	2	3	3	1	2	3	2	2	4	2	1	2	3	2
20	3	3	3	4	3	3	3	1	4	2	1	4	2	4
21	4	4	3	4	2	3	3	2	2	2	1	3	2	1
22	2	3	2	2	3	1	2	2	1	2	1	1	1	3
23	1	1	1	3	2	1	2	1	1	2	1	1	2	4
24	1	1	4	2	3	3	2	2	4	2	1	4	3	4
25	1	1	3	1	2	3	2	1	4	2	2	2	1	3
LIA-26	3	3	3	1	3	4	3	1	3	1	1	4	2	2
NILS-27	3	3	3	2	3	1	3	2	4	2	1	4	3	3
28	3	3	2	4	3	2	2	1	1	2	1	2	3	3
29	3	3	2	4	3	2	3	2	2	2	2	4	3	1
30	4	3	3	4	1	2	3	2	1	2	2	1	3	2
31	4	2	1	2	4	2	3	1	1	1	1	2	1	2
32	3	2	4	3	4	3	3	1	1	2	1	2	1	2
33	3	4	4	2	1	1	3	1	5	2	1	2	1	3
34	2	4	3	2	2	1	1	2	3	2	1	2	1	1
35	2	4	4	2	2	4	2	2	1	2	2	2	2	2
ERIK-36	3	1	3	1	1	2	2	2	4	1	1	3	2	2
37	4	2	1	1	2	1	3	2	3	1	3	4	3	2
38	3	1	5	3	2	2	3	1	1	2	1	1	3	2
39	3	4	3	3	3	3	1	2	4	2	1	2	3	3
40	1	3	3	2	1	2	2	2	4	2	1	2	1	3
41	3	3	3	2	1	2	2	2	3	2	1	4	3	1
42	2	4	3	4	4	4	3	2	1	2	1	1	1	3
43	3	4	4	3	2	2	2	2	4	2	1	2	1	3
MATS-44	4	3	3	4	2	2	2	2	4	2	2	2	3	2
45	3	2	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	2

46	1	2	2	1	2	3	3	2	2	2	1	4	3	1
47	4	4	3	2	3	3	3	1	4	1	1	4	3	3
48	3	3	1	3	3	2	2	2	4	2	2	2	1	3
IAN-49	4	4	4	2	2	2	3	2	3	1	1	4	3	3
50	4	2	4	2	1	1	3	1	4	2	1	4	2	2
51	1	3	1	3	4	1	2	2	2	2	1	2	2	1
52	4	3	3	4	3	1	3	1	1	2	1	5	3	3
STEN-53	3	4	2	2	2	1	3	2	2	3	4	4	3	4
OLAF-54	3	1	1	4	2	3	2	2	3	2	1	4	2	2
55	3	3	1	1	1	1	2	2	4	1	3	3	3	4
56	3	2	3	4	4	2	3	2	4	2	2	2	2	3
57	3	3	3	2	1	1	3	2	3	1	3	4	2	3
58	4	2	3	2	3	3	3	2	5	2	1	2	1	2
59	3	2	3	3	1	1	2	2	3	2	1	4	3	2
60	4	4	3	4	4	2	3	2	4	2	1	4	3	4
61	4	3	1	4	1	3	1	2	1	2	1	1	1	1
62	4	2	1	3	4	4	4	2	4	2	1	2	1	2
63	3	2	3	4	3	1	2	2	1	1	3	1	1	4
64	4	3	3	4	3	4	3	2	2	2	1	3	3	3
65	3	1	1	4	1	1	2	2	1	2	1	2	1	3
66	1	1	3	2	1	3	2	2	4	2	2	4	1	3
67	3	1	4	4	1	2	3	1	1	2	3	1	1	1
68	3	2	3	4	2	2	3	2	1	2	1	2	1	2
69	1	3	4	4	5	2	3	2	3	2	1	4	3	3
70	3	2	3	3	1	3	2	2	2	2	1	3	3	1
71	3	2	3	2	3	2	2	2	4	1	1	3	3	2

## A I. 5. PARANGONES DE CADA CLASE

Primeros 10 parangones para cada clase, o individuos más próximos al centro de gravedad de la misma.

Nr. De orden por proximidad al centro de gravedad de la clase	Distancia	Identificador Del individuo
<b>CLASE 1/3</b>		<b>EFFECTIVO: 33</b>
1	0.24028	18
2	0.36262	36-ERIK
3	0.43433	58
4	0.44113	55
5	0.44989	65
6	0.45215	16- TEO
7	0.46972	37
8	0.51166	4
9	0.53589	54- OLAF
10	0.55171	70
<b>CLASE 2/3</b>		<b>EFFECTIVO: 13</b>
1	0.12320	27-NILS
2	0.32876	26-LIA
3	0.39823	63
4	0.42549	52
5	0.49032	20
6	0.58843	15
7	0.58843	41
8	0.64847	28
9	0.76973	29
10	103.900	22
<b>CLASE 3/3</b>		<b>EFFECTIVO: 25</b>
1	0.50115	50
2	0.59381	21
3	0.70130	13-LENA
4	0.77177	60
5	0.80217	68
6	0.80267	44-MATS
7	0.83347	8
8	0.84670	31
9	0.86406	49- IAN
10	0.95321	67



## **ANEXO II**

1. TEXTO: El Experimento de Cavendish

2. RESPUESTAS REFERATO

3. PLANILLA REFERATO PARA ACS

### ***FASE 2***

## AII. 1. TEXTO PARA REFERATO

### *El Experimento de Cavendish*

#### **Antecedentes**

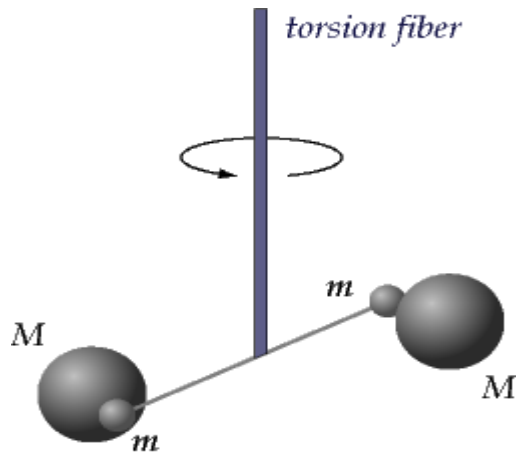
La teoría de la gravitación de Isaac Newton (1642 - 1727) explica el movimiento de objetos terrestres o cuerpos celestes a través de una atracción mutua entre pares de objetos masivos proporcional al producto de las dos masas e inversamente proporcional al cuadrado de las distancias. En notación moderna la ley de gravitación universal se expresa:

$$F = \frac{GmM}{r^2} \quad (1)$$

donde  $M$  y  $m$  son las masas de los dos objetos,  $r$  es la distancia que los separa y  $G$  es la constante universal de la gravitación. Newton no estuvo motivado para evaluar la constante de proporcionalidad  $G$  por dos razones. Primero, en sus tiempos no había una unidad consensuada de masa. Segundo, él pensó que la atracción entre un par de objetos sería tan débil frente a la atracción terrestre que no sería práctica ninguna medición de  $G$ . De hecho si comparamos la atracción gravitatoria terrestre que sufre una masa de 1 kg, con la atracción gravitatoria entre dos masas de 1 kg cada una separadas por una distancia de 1 m, la atracción terrestre es 147.000.000.000 mayor que la atracción entre las masas.

A pesar del pesimismo de Newton, hacia la última mitad del 1700 varios científicos intentaron determinar el peso de la Tierra mediante la observación de la fuerza de gravedad ejercida sobre una masa de prueba por montañas cercanas. Estos esfuerzos fueron dificultados por un imperfecto conocimiento de la composición y densidad promedio de la rocas que componen las montañas. Estimulado por su interés en la estructura y composición del interior de la Tierra, en 1783 Henry Cavendish envió una carta a su amigo el Reverendo John Michell discutiendo la posibilidad de desarrollar un experimento para "pesar la Tierra". Tomando prestada una idea del científico francés Coulomb, quien había investigado la fuerza eléctrica entre pequeñas esferas metálicas cargadas, Michell sugirió usar una balanza de torsión para detectar la pequeña atracción

*Figura 1*



esferas de metal y comenzó la construcción de un aparato apropiado. Michell murió en 1793, sin llegar a realizar experimentos con su aparato.

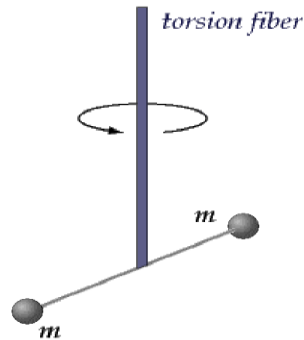
El aparato pasó a manos de Cavendish y en su casa / laboratorio él lo rehizo en gran parte. La balanza de torsión fue construida a partir de una varilla de madera de unos 2 metros de largo suspendida por su parte media por una fibra metálica, con dos esferitas de plomo de 5 cm de diámetro montadas en cada uno de los extremos de la varilla. Estas esferas eran atraídas por dos esferas de plomo de 160 kg que se encontraban muy cerca de las esferitas, conforme el esquema que se ilustra (ver fig.1). Cavendish comenzó sus experimentos para “pesar el mundo” en 1797, a la edad de 67 años, y publicó su resultado en 1798, dando cuenta que la densidad de la Tierra es 5,48 veces la densidad del agua. Este trabajo fue hecho con tal cuidado que este valor no fue mejorado en los cien años siguientes. El valor moderno de la densidad media de la Tierra es 5,52 veces la densidad del agua. La extraordinaria atención de Cavendish hacia los detalles y la cuantificación de los errores del experimento han llevado a que C. W. F. Everitt describiera este experimento como el primero de la física moderna.

## Teoría

Volvamos a la balanza de torsión pero por un momento retiremos las dos esferas externas. La balanza se ilustra en la fig. 2. Tenemos dos esferitas metálicas de masa “m” en los extremos de una barra muy liviana, rígida y horizontal, la cual está suspendida por su centro a través de una fibra metálica muy fina. Cuando la barra es girada de su posición de equilibrio la fibra metálica genera una cupla de restitución opuesta al movimiento que es proporcional al ángulo de giro

$$\tau = -\kappa \theta$$

**Figura 2**



donde  $\tau$  es la cupla de restitución,  $\theta$  es el ángulo y  $\kappa$  es una constante de proporcionalidad. El signo negativo es porque esa cupla es opuesta a la cupla que la desplazó.

La barra trata de retornar a su posición de equilibrio pero se pasa de largo. Si no hay amortiguamiento se genera un movimiento oscilatorio armónico cuyo período está dado por

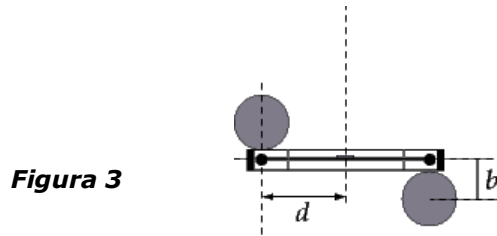
$$T=2\pi\sqrt{\frac{I}{\kappa}}$$

donde  $I$  es el momento de inercia de la barra y las esferas adosadas,

$$I = 2m(d^2 + \frac{2}{5}r^2)$$

En esta expresión,  $r$  el radio de las esferitas de masa  $m$  y  $d$  es la distancia desde el centro de la barra al centro de una de las esferitas. La masa de la barra se considera despreciable frente

a las masas de las esferitas. Conociendo  $m$ ,  $d$  y  $r$ , y midiendo cuidadosamente el período  $T$  se calibra la balanza, obteniendo así el valor de la constante  $\kappa$ . Si se agregan ahora las dos grandes masas  $M$ , volviendo al esquema de la fig. 1, a partir del valor de  $\kappa$  y de la medida del desplazamiento que provocan las masas  $M$  se puede deducir la fuerza de atracción gravitatoria y de aquí el valor de  $G$ , como veremos a continuación.



**Figura 3**

### Cupla Gravitacional

Cuando los grandes esferas se posicionan como se muestra en la fig. 3, la atracción entre las esferitas de masa “ $m$ ” y las esferas grandes de masa “ $M$ ” produce una cupla que rota a la barra en el sentido de las agujas del reloj. Esa fuerza es perpendicular a la barra horizontal. La magnitud de esa cupla está dada por

$$\tau = 2 F_{\perp} d = 2 G m M d / (r_{12})^2$$

donde  $F_{\perp}$  está dada por la ecuación 1,  $d$  es la distancia señalada en la figura 3, el factor 2 proviene del hecho de la cupla es igual sobre las dos masas  $m$  y  $r_{12}$  es la distancia entre los centros de la esferita y la gran esfera. Esta cupla desplaza el ángulo de equilibrio de la barra en un ángulo  $\theta$

$$\tau = - \kappa \theta$$

Igualando estas cuplas tenemos:



$$2 G m M d/(r_{12})^2 = - \kappa \theta$$

De aquí, midiendo el ángulo  $\theta$  muy cuidadosamente, uno puede deducir la fuerza de gravedad que produce la cupla y finalmente determinar  $G$ .

Cavendish montó una regla muy precisa cerca del extremo de la barra y pudo leer el desplazamiento del equilibrio con una precisión de un cuarto de milímetro usando un telescopio. El telescopio le permitía permanecer lejos de la cámara experimental, eliminando de este modo corrientes de aire que podrían afectar al aparato y su propia influencia gravitacional sobre las esferitas.

Por otra parte podemos determinar  $g$  en el laboratorio (por ejemplo mediante un péndulo). Cualquier masa “ $m$ ” sufre a una atracción gravitatoria por parte de la Tierra igual a

$$m g = G m M_T/r^2$$

donde  $M_T$  es la masa de la Tierra y  $r$  es la distancia de la masa “ $m$ ” al centro de la Tierra. Despejando se obtien

$$M_T = g r^2 / G$$

donde no figura  $m$  ya que se simplifica. De este modo determinamos la masa  $M_T$  de la Tierra. ***¡Hemos pesado a la Tierra!***

Bibliografía: The Cavendish Experiment de Peter N. Saeta,  
<http://kossi.physics.hmc.edu/Courses/p23a/Experiments/Cavendish.html>

## **AII. 2. RESPUESTA REFERATO**

### **REFERATO DE ARTÍCULO PARA REVISTA DE DIVULGACION CIENTIFICA**

La revista de divulgación científica, está dirigida a un público amplio en cuanto a edad y a conocimientos. El equipo editor considera que puede pensarse en alguien de 12 años en adelante hasta adultos, como lector tipo de la revista, es decir alguien con la primaria completa o cursando el último año de la primaria.

La revista cuenta con artículos sobre investigaciones de punta, sobre investigadores en su ambiente de trabajo y sobre temas básicos en ciencia.

Para un número Monográfico dedicado a la teoría de la Gravitación Universal se cuenta con diversas colaboraciones y se debe seleccionar cuáles serán incluidos en él. Le solicitamos lea el texto adjunto y lo analice como si fuera un revisor que debe decidir si el artículo podrá ser incluido en el monográfico.

**Le solicitamos lea el texto “Experimento de Cavendish” y lo analice según las preguntas de la planilla que le presentamos a continuación de manera similar a los referatos de artículos científicos.**

Asimismo, solicitamos responda con total franqueza, sus respuestas serán muy valiosas para la investigación y tendrán un tratamiento totalmente confidencial. No hay respuestas correctas o incorrectas, solo necesitamos conocer su postura frente a este texto. La columna de justificación de las respuestas es la más importante para nosotros, por lo que solicitamos se explye en ella y le dedique especial reflexión a las respuestas.

***¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!***

## FORMULARIO PARA LOS REVISORES DE ARTÍCULOS

*Le solicitamos responda a las preguntas sobre el texto adjunto. Puede, además, incluir sugerencias en el texto o en hojas aparte, sobre todos los aspectos del trabajo que crea necesario comentar. También puede agregar, eliminar lo que le parezca o rescribir el texto si así lo desea.*

*Agradecemos su colaboración y solicitamos devuelva su respuesta y el manuscrito en un **plazo no mayor a los 15 días a partir de la recepción del trabajo.***

### AII. 2.1. RESPUESTAS REFERATO

#### AII. 2.1.1. TEO

##### CONSIDERACIONES GENERALES

PREGUNTA	Marque una sola opción		JUSTIFIQUE O SUGIERA
	SI	NO	
1. ¿El tema reviste interés para una revista de divulgación científica?	X		El tema de Cavendish a veces se omite en las teorías de Gravitación y es muy importante.
2. ¿El tema está adecuadamente tratado?	X		Es un apretado y suficiente resumen
3. ¿Está escrito de forma comprensible? Especifique su respuesta.	X		Para alumnos que han superado la secundaria. Pienso que un chico de doce años no lo entendería (como pretende la revista). Por ejemplo: noción de fuerza, ecuación diferencial (aunque sea la más simple) y no digamos momento de inercia.
4. ¿El texto brinda los conocimientos necesarios a un lector no familiarizado con el tema?		X	Debe tener nociones básicas de física
5. ¿Las ilustraciones son adecuadas? ¿Sugeriría reemplazarlas, modificarlas, agregar otras o eliminar alguna? ¿por qué?	X		Podría ponerse el entorno y la posición del telescopio, pero es posible que esto llevara a complicaciones. Estas figuras son las clásicas en el tema.
6. Remplazos o modificaciones: ¿Cuáles? Especifique.	X		Puede agregarse dos masas que se atraen en figura 1

7. ¿Desarrollaría más alguno de los aspectos del texto? Especifique cual o cuales.	X		Atracción entre montañas.
------------------------------------------------------------------------------------	---	--	---------------------------

### ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA

PREGUNTA	Marque una sola opción		JUSTIFIQUE O SUGIERA
	SI	NO	
8. ¿El título le parece adecuado? ¿por qué?	X		Es adecuado y es el clásico.
9. ¿Considera que el texto tiene un buen inicio, invita a continuar la lectura?	X		Buen inicio.
10. ¿Sugeriría otra modalidad de introducción?		X	
11. En caso de contar con resumen, ¿le parece adecuado como tal?		X	No entendí la pregunta
12. ¿Los subtítulos son adecuados? ¿ayudan a organizar la lectura?		X	En vez de <i>Cupla Gravitacional</i> pondría <i>Obtención de G</i> .
13. ¿Cambiaría o agregaría subtítulos? Especifique su respuesta.		X	Es corto y no necesita subdividirse.
14. ¿El final del texto le parece adecuado? ¿Sugeriría otra modalidad de cierre o conclusión? ¿Cómo sería?		X	Lo obtenido es la masa y no el peso aunque esa terminación sea más estridente.
15. ¿Le parece que el texto está bien organizado? ¿sugiere otro tipo de organización?	X		Bibliografía no de Internet y si se coloca poner la fecha.
16. ¿Opina que el texto tiene una extensión adecuada para el tratamiento del tema? Especifique su respuesta	X		Es un buen resumen

### RESULTADO

El trabajo es aceptado en su forma actual
El trabajo es aceptado según correcciones menores
El trabajo es aceptado según correcciones moderadas X
El trabajo será aceptado sólo según una corrección extensa
El trabajo no es aceptado

- COMENTARIOS DEL REVISOR:
- SUGERENCIAS DE CAMBIOS O AGREGADOS:

**AII. 2.1.2. ERIK**

**CONSIDERACIONES GENERALES**

PREGUNTA	Marque una sola opción		JUSTIFIQUE O SUGIERA
	SI	NO	
1. ¿El tema reviste interés para una revista de divulgación científica?	x		Referido obviamente a la divulgación de un experimento histórico
2. ¿El tema está adecuadamente tratado?	x		En general sí. Quizás le falta algo más de perspectiva histórica.
3. ¿Está escrito de forma comprensible? Especifique su respuesta.	x		Yo lo entendí sin problemas. Está un poco confusa la parte del torque debido a la atracción gravitatoria porque usan el mismo símbolo de ángulo para dos rotaciones diferentes
4. ¿El texto brinda los conocimientos necesarios a un lector no familiarizado con el tema?	x		
5. ¿Las ilustraciones son adecuadas? ¿Sugeriría reemplazarlas, modificarlas, agregar otras o eliminar alguna? ¿por qué?		x	Las figuras 1 y 2 son casi iguales y no se justifica poner ambas. En la figura 3 las masas grandes están por encima y por debajo de las masas chicas y en la fig. 1 están sobre los laterales.
6. Reemplazos o modificaciones: ¿Cuáles? Especifique.	x		Debe quedar más clara la geometría del experimento que es algo confusa.
7. ¿Desarrollaría más alguno de los aspectos del texto? Especifique cual o cuales.		x	Creo que en general está bien desarrollado

**ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA**

PREGUNTA	Marque una sola opción		JUSTIFIQUE O SUGIERA
	SI	NO	

8. ¿El título le parece adecuado? ¿por qué?	x		Si es una descripción histórica está bien. Si el objetivo del artículo fuera explicar cómo pesar la tierra, podría tener otro título.
9. ¿Considera que el texto tiene un buen inicio, invita a continuar la lectura?	x		
10. ¿Sugeriría otra modalidad de introducción?		x	
11. En caso de contar con resumen, ¿le parece adecuado como tal?	x		El resumen siempre ayuda a que el lector decida si va a continuar con la lectura del artículo
12. ¿Los subtítulos son adecuados? ¿ayudan a organizar la lectura?		x	Si bien ayudan a organizar la lectura, creo que son subtítulos muy del tipo artículo científico.
13. ¿Cambiaría o agregaría subtítulos? Especifique su respuesta.	x		Antecedentes -> Algo de historia Teoría -> Come entender el experimento Cupla Gravitacional -> eliminarlo
14. ¿El final del texto le parece adecuado? ¿Sugeriría otra modalidad de cierre o conclusión? ¿Cómo sería?	x		Creo que está bien,. Se podría dar el valor de M, y se podrían mencionar otros experimentos más modernos
15. ¿Le parece que el texto está bien organizado? ¿sugiere otro tipo de organización?	x		
16. ¿Opina que el texto tiene una extensión adecuada para el tratamiento del tema? Especifique su respuesta	x		Creo que dos páginas son suficientes para un artículo breve de divulgación

### RESULTADO

El trabajo es aceptado en su forma actual
El trabajo es aceptado según correcciones menores X
El trabajo es aceptado según correcciones moderadas
El trabajo será aceptado sólo según una corrección extensa
El trabajo no es aceptado

#### • COMENTARIOS DEL REVISOR:

• SUGERENCIAS DE CAMBIOS O AGREGADOS:

**AII. 2.1.3. OLAF** (No respondió a la tarea)

**AII. 2.1.4. STEN**

CONSIDERACIONES GENERALES

PREGUNTA	Marque una sola opción		JUSTIFIQUE O SUGIERA
	SI	NO	
1. ¿El tema reviste interés para una revista de divulgación científica?	x		Este interés es secundario ya que es un tema complementario en una presentación global de la Gravitación Universal
2. ¿El tema está adecuadamente tratado?		x	Tal como está presentado carece de precisión científica y puede conducir a confusiones conceptuales.
3. ¿Está escrito de forma comprensible? Especifique su respuesta.		x	Hay muchos elementos y conceptos que aparecen sin explicación o fundamentación
4. ¿El texto brinda los conocimientos necesarios a un lector no familiarizado con el tema?		x	Los conocimientos no se presentan con una estructura lógica correcta. Además tiene algunas fallas que pueden inducir a errores conceptuales. Es imprescindible que el lector entienda la diferencia entre masa y peso. El peso depende del entorno gravitatorio en que se encuentran los cuerpos.
5. ¿Las ilustraciones son adecuadas? ¿Sugeriría reemplazarlas, modificarlas, agregar otras o eliminar alguna? ¿por qué?		x	Les falta claridad expositiva. Incluyen palabras en inglés. La Figura 3 incluye una distancia b que en el texto se menciona como r12. El hilo que torsiona fue dibujado más ancho que la barra entre las masas y confunde, etc.

6. Remplazos o modificaciones: ¿Cuáles? Especifique.	x		Varios en relación con lo comentado arriba y lo que sigue.
7. ¿Desarrollaría más alguno de los aspectos del texto? Especifique cual o cuales.	x		La noción de masa y peso. El carácter Universal de la ley de Newton, etc.

### ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA

PREGUNTA	Marque una sola opción		JUSTIFIQUE O SUGIERA
	SI	NO	
8. ¿El título le parece adecuado? ¿por qué?		x	Le incluiría algo relacionado con el contexto del experimento
9. ¿Considera que el texto tiene un buen inicio, invita a continuar la lectura?		x	La redacción es poco atractiva. Se usa en dos frases la palabra objetos. La expresión notación moderna no es adecuada. La ecuación (1) incluye F que no se dice que es, etc.
10. ¿Sugeriría otra modalidad de introducción?	x		Hablar de la Ley de Gravitación Universal. Válida desde la “manzana de Newton” a las galaxias.
11. En caso de contar con resumen, ¿le parece adecuado como tal?			
12. ¿Los subtítulos son adecuados? ¿ayudan a organizar la lectura?		x	No son atractivos y tienen muy diferente jerarquía
13. ¿Cambiaría o agregaría subtítulos? Especifique su respuesta.	x		Dependerán de una nueva redacción
14. ¿El final del texto le parece adecuado? ¿Sugeriría otra modalidad de cierre o conclusión? ¿Cómo sería?		x	
15. ¿Le parece que el texto está bien organizado? ¿sugiere otro tipo de organización?	x		El texto incluye expresiones matemáticas que aparecen “por decreto” y no ayudan a la comprensión. Si se juzga necesario la formalización matemática podría estar reunida en un recuadro posible de prescindir en la lectura



16. ¿Opina que el texto tiene una extensión adecuada para el tratamiento del tema? Especifique su respuesta	x		Mucho más extenso no invitaría a su lectura
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	--	---------------------------------------------

### RESULTADO

El trabajo es aceptado en su forma actual
El trabajo es aceptado según correcciones menores
El trabajo es aceptado según correcciones moderadas
El trabajo será aceptado sólo según una corrección extensa SI
El trabajo no es aceptado

- COMENTARIOS DEL REVISOR:

Es imprescindible una nueva redacción del artículo, tomando en cuenta las críticas y sugerencias detalladas arriba.

- SUGERENCIAS DE CAMBIOS O AGREGADOS:

Detallados arriba

### AII. 2.1.5. LIA

#### CONSIDERACIONES GENERALES

PREGUNTA	Marque una sola opción		JUSTIFIQUE O SUGIERA
	SI	NO	
1. ¿El tema reviste interés para una revista de divulgación científica?	X		
2. ¿El tema está adecuadamente tratado?		X	Lo veo muy árido para el tipo de lectores especificado.
3. ¿Está escrito de forma comprensible? Especifique su respuesta.		X	Hay demasiado peso puesto en las fórmulas, que, además no son explicadas adecuadamente, lo que lo hace pesado para leer. Es importante que el lector tenga una idea de lo que dicen las fórmulas y no las vea como una caja negra. Es importante el concepto detrás de cada una de ellas.
4. ¿El texto brinda los conocimientos necesarios a un lector no			

familiarizado con el tema?			
5. ¿Las ilustraciones son adecuadas? ¿Sugeriría reemplazarlas, modificarlas, agregar otras o eliminar alguna? ¿por qué?		X	
6. Remplazos o modificaciones: ¿Cuáles? Especifique.	X		<p>Sugiero otro título más interesante y captante como ser: “Pesando” la Tierra, o “Como podemos “pesar” la Tierra”.</p> <p>Se podría introducir el concepto de G no sólo definirlo después de la fórmula.</p> <p>Es importante no abusar del término “pesar la Tierra” ya que se está determinando su masa y no su peso.</p> <p>No está clara la desmotivación de Newton para no medir G.</p> <p>No se entiende lo mencionado sobre los experimentos de las montañas cercanas.</p> <p>La descripción del aparato de Cavendish es un tanto rebuscada. Se puede simplificar.</p> <p>Cuando se menciona la densidad de la Tierra lograda por Cavendish, se puede poner “como mostramos abajo”. Y al final deducir también la densidad mencionando cómo conocía el radio terrestre. En este párrafo no se entiende qué tiene que ver con la Tierra.</p> <p>No hace falta mencionar nombres que no dicen nada, como el de Everitt.</p> <p>No hace falta mostrar la fig. 2, es redundante con la fig. 1.</p>

			<p>La fig. 1 no está clara: parece que las masas se tocan. Traducir al castellano.</p> <p>En la fig. 3 dibujar la fuerza de torsión. Decir que es una vista superior del experimento.</p> <p>En general falta describir mejor la hipótesis y el objetivo experimental para entender la motivación del experimento.</p> <p>Habría que decir qué pasa con la atracción entre las dos esferitas y la atracción terrestre en el experimento de Cavendish.</p> <p>El subtítulo Cupla gravitacional dentro del desarrollo teórico está demás.</p> <p>No poner <math>F_{\text{perp.}}</math>, no hace falta y confunde.</p> <p>Hay errores de ortografía.</p> <p>La última parte sobre la determinación final de <math>M_T</math> debería ser mejor introducida, quizá con algún subtítulo.</p> <p>No se sabe lo que es g.</p>
7. ¿Desarrollaría más alguno de los aspectos del texto? Especifique cual o cuales.	X		Ver arriba

### ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA

PREGUNTA	Marque una sola opción		JUSTIFIQUE O SUGIERA
	SI	NO	
8. ¿El título le parece adecuado? ¿por qué?		X	Ver arriba
9. ¿Considera que el texto tiene un buen inicio, invita a continuar la lectura?		X	Ver arriba
10. ¿Sugeriría otra modalidad de introducción?		X	Ver arriba

11. En caso de contar con resumen, ¿le parece adecuado como tal?			
12. ¿Los subtítulos son adecuados? ¿ayudan a organizar la lectura?		X	Ver arriba
13. ¿Cambiaría o agregaría subtítulos? Especifique su respuesta.	X		Ver arriba
14. ¿El final del texto le parece adecuado? ¿Sugeriría otra modalidad de cierre o conclusión? ¿Cómo sería?		X	Ver arriba
15. ¿Le parece que el texto está bien organizado? ¿sugiere otro tipo de organización?	X	X	Ver arriba
16. ¿Opina que el texto tiene una extensión adecuada para el tratamiento del tema? Especifique su respuesta	X		Ver arriba

### RESULTADO

El trabajo es aceptado en su forma actual
El trabajo es aceptado según correcciones menores
El trabajo es aceptado según correcciones moderadas
El trabajo será aceptado sólo según una corrección extensa X
El trabajo no es aceptado

- COMENTARIOS DEL REVISOR:
- SUGERENCIAS DE CAMBIOS O AGREGADOS:

### AII. 2.1.6. NILS

#### CONSIDERACIONES GENERALES

PREGUNTA	Marque una sola opción		JUSTIFIQUE O SUGIERA
	SI	NO	
1. ¿El tema reviste interés para una revista de divulgación científica?	X		El trabajo es de mucho interés porque presenta una demostración experimental de la teoría de la Gravitación Universal.
2. ¿El tema está adecuadamente tratado?		X	Considero que el tratamiento no es adecuado para lectores con formación primaria, sino que el tratamiento corresponde a

			un lector ya familiarizado con lenguaje científico.
3. ¿Está escrito de forma comprensible? Especifique su respuesta.		X	No es comprensible para un lector no habituado a textos científicos. Se da por entendido que el lector ya tiene incorporados conceptos como: ley física, constante universal, cupla de restitución, movimiento oscilatorio armónico, período, momento de inercia, etc.
4. ¿El texto brinda los conocimientos necesarios a un lector no familiarizado con el tema?		X	Los brindaría si el texto se explayara previamente sobre los conceptos indicados en el punto 3 y estuviera mejor organizado.
5. ¿Las ilustraciones son adecuadas? ¿Sugeriría reemplazarlas, modificarlas, agregar otras o eliminar alguna? ¿por qué?	X		Son adecuadas, pero: Habría que evitar la mezcla de idiomas ( <i>torsion fiber</i> ) Habría que agregar una ilustración previa que muestre solamente el par de interacción gravitatoria entre dos cuerpos, mostrando el par de fuerzas de atracción, aplicadas en el centro de gravedad de los cuerpos, porque de lo contrario no queda claro a qué se llama “distancia entre los dos cuerpos” ni qué son las fuerzas gravitatorias.
6. Remplazos o modificaciones: ¿Cuáles? Especifique.	X		Aclarar: qué es la “distancia que los separa”, qué son objetos masivos, qué es el peso de un objeto, qué es una cupla, una cupla de restitución y un momento de una fuerza, qué es un movimiento oscilatorio armónico y su período, qué es momento de inercia. Diferenciar claramente los

			<p>conceptos de peso y masa. Indicar que lo que se intenta medir es la masa de la Tierra, no su peso. En todo caso, habría que explicar qué se entiende por “peso de la Tierra” (¿en qué campo gravitatorio?). Esto también vale para la expresión final (Hemos pesado la Tierra!). Revisar errores ortográficos (como en “científico francés”).</p> <p>En el primer párrafo del punto Cupla Gravitacional, corregir la redacción, ya que dice que “se produce una cupla”, y a continuación dice “Esa fuerza” (una cupla no es una fuerza).</p>
7. ¿Desarrollaría más alguno de los aspectos del texto? Especifique cual o cuales.	X		<p>Sería necesario extenderse más sobre los conceptos indicados en el punto 3, teniendo en cuenta los destinatarios del artículo. Tampoco se explica cómo se determina <math>g</math> con un péndulo (es necesario explicar brevemente la expresión del período de un péndulo simple).</p>

### ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA

PREGUNTA	Marque una sola opción		JUSTIFIQUE O SUGIERA
	SI	NO	
8. ¿El título le parece adecuado? ¿por qué?		X	<p>El título no hace evidente el objetivo del experimento y no es atractivo. Tal vez se lo podría mantener, agregando un subtítulo del tipo <i>Cómo medir la masa terrestre</i>.</p>

9. ¿Considera que el texto tiene un buen inicio, invita a continuar la lectura?		X	Si el lector no entiende el significado de una ley física, la lectura se le hace muy ardua luego del primer párrafo.
10. ¿Sugeriría otra modalidad de introducción?	X		La introducción sería mucho más atractiva comenzando con el relato histórico de los intentos del hombre por determinar la masa terrestre (en parte, lo que está en el tercer párrafo), hasta llegar a Newton y su ley de Gravitación Universal, agregando además una breve explicación de cómo Newton estableció la dependencia con las masas y la distancia.
11. En caso de contar con resumen, ¿le parece adecuado como tal?			El trabajo no tiene resumen.
12. ¿Los subtítulos son adecuados? ¿ayudan a organizar la lectura?		X	Son insuficientes.
13. ¿Cambiaría o agregaría subtítulos? Especifique su respuesta.	X		Yo los organizaría de la siguiente manera: Introducción histórica Ley de Gravitación Universal Experimento de Cavendish Desarrollo teórico (sin el subtítulo “Cupla Gravitacional”). Aplicación a la determinación de la masa de la Tierra. Conclusiones
14. ¿El final del texto le parece adecuado? ¿Sugeriría otra modalidad de cierre o conclusión? ¿Cómo sería?		X	Como indiqué en el punto anterior, habría que agregar Conclusiones y explicar muy bien cómo obtener los valores que permiten calcular la masa de la Tierra con la expresión final.
15. ¿Le parece que el texto está bien organizado? ¿sugiere otro tipo de		X	Sugiero la organización indicada en el punto 13, y

organización?			tener en cuenta las observaciones anteriores para mejorar el texto y hacerlo accesible a sus destinatarios.
16. ¿Opina que el texto tiene una extensión adecuada para el tratamiento del tema? Especifique su respuesta		X	Por las razones ya expuestas, el texto debe ser enriquecido de acuerdo con lo indicado en los puntos anteriores.

### RESULTADO

El trabajo es aceptado en su forma actual
El trabajo es aceptado según correcciones menores
El trabajo es aceptado según correcciones moderadas
El trabajo será aceptado sólo según una corrección extensa <b>X</b>
El trabajo no es aceptado

- **COMENTARIOS DEL REVISOR:** El artículo es relevante para un número monográfico acerca de la Gravitación Universal, ya que es esencial la demostración experimental de la interacción gravitatoria.
- **SUGERENCIAS DE CAMBIOS O AGREGADOS:** Necesariamente deben introducirse los cambios indicados en la planilla anterior para que este artículo adquiriera el carácter de texto de divulgación, accesible a un lector sin formación académica en ciencias exactas.

### AII. 2.1.7. MATS

#### CONSIDERACIONES GENERALES

PREGUNTA	Marque una sola opción		JUSTIFIQUE O SUGIERA
	SI	NO	
1. ¿El tema reviste interés para una revista de divulgación científica?	X		Se trata de un experimento de gran importancia (ni más ni menos que pesar la Tierra) y de concepción muy simple, realizado por una “personalidad” como Henry Cavendish, retraído, solitario, misógino, excéntrico, ... miembro de la sociedad de los “lunáticos”...



2. ¿El tema está adecuadamente tratado?		X	El comienzo del trabajo está razonablemente tratado, pero luego se complica excesivamente, con ecuaciones y desarrollos no adecuados para su finalidad divulgativa.
3. ¿Está escrito de forma comprensible? Especifique su respuesta.		X	Exceso de ecuaciones y terminología científica sin definición o aclaración.
4. ¿El texto brinda los conocimientos necesarios a un lector no familiarizado con el tema?		X	Se utilizan ideas, definiciones y ecuaciones que requerirían una mayor familiaridad con la Física. Ejemplo: cupla de restitución, momento de inercia, etc.
5. ¿Las ilustraciones son adecuadas? ¿Sugeriría reemplazarlas, modificarlas, agregar otras o eliminar alguna? ¿por qué?		X	Las primeras dos figuras son adecuadas. La tercera podría mejorarse.
6. Reemplazos o modificaciones: ¿Cuáles? Especifique.	X		Simplificar la descripción de cómo el experimento de Cavendish permite medir la masa de la Tierra.
7. ¿Desarrollaría más alguno de los aspectos del texto? Especifique cual o cuales.	X		La personalidad de Cavendish es demasiado “rica” como para no incluir una descripción de la misma en el artículo.

### ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA

PREGUNTA	Marque una sola opción		JUSTIFIQUE O SUGIERA
	SI	NO	
8. ¿El título le parece adecuado? ¿por qué?		X	No. Solo sería adecuado como subtítulo. Por el contrario, el título debería destacar que “se pesó la Tierra”.
9. ¿Considera que el texto tiene un buen inicio, invita a continuar la lectura?	X		El inicio es razonable. Pero después se vuelve excesivamente “teórico”
10. ¿Sugeriría otra modalidad de introducción?		X	Posiblemente un resumen claro y conciso sería

			adecuado.
11. En caso de contar con resumen, ¿le parece adecuado como tal?			
12. ¿Los subtítulos son adecuados? ¿ayudan a organizar la lectura?		X	El artículo está tan mal estructurado, que la adecuación de los subtítulos es un aspecto demasiado secundario e irrelevante.
13. ¿Cambiaría o agregaría subtítulos? Especifique su respuesta.	X		Ver comentario anterior.
14. ¿El final del texto le parece adecuado? ¿Sugeriría otra modalidad de cierre o conclusión? ¿Cómo sería?	X		Sólo la frase final es adecuada. ¡Hemos pesado la Tierra!, pero dudo que alguien no versado en Física pueda llegar hasta ese punto.
15. ¿Le parece que el texto está bien organizado? ¿sugiere otro tipo de organización?		X	Ver comentario 12.
16. ¿Opina que el texto tiene una extensión adecuada para el tratamiento del tema? Especifique su respuesta	X		La extensión es adecuada al tema.

### RESULTADO

El trabajo es aceptado en su forma actual
El trabajo es aceptado según correcciones menores
El trabajo es aceptado según correcciones moderadas
El trabajo será aceptado sólo según una corrección extensa
El trabajo no es aceptado X

- COMENTARIOS DEL REVISOR:

Las falencias del artículo son tantas y tan graves que no puedo recomendar su aceptación, aún con correcciones extensas.

- SUGERENCIAS DE CAMBIOS O AGREGADOS:

**AII. 2.1.8. IAN**

**CONSIDERACIONES GENERALES**

PREGUNTA	Marque una sola opción		JUSTIFIQUE O SUGIERA
	SI	NO	
1. ¿El tema reviste interés para una revista de divulgación científica?	si		Interés científico, histórico, técnico
2. ¿El tema está adecuadamente tratado?		no	El escrito es como para un libro técnico
3. ¿Está escrito de forma comprensible? Especifique su respuesta.	si		Sí es comprensible pero no para divulgación
4. ¿El texto brinda los conocimientos necesarios a un lector no familiarizado con el tema?		no	Si no está familiarizado con el tema deja el escrito en dos minutos
5. ¿Las ilustraciones son adecuadas? ¿Sugeriría reemplazarlas, modificarlas, agregar otras o eliminar alguna? ¿por qué?	si		Podría agregarse un dibujo ambientado, en donde aparecen personas, lugar, casa etc. Por ejemplo se podría hacer esto con figura 1
6. Reemplazos o modificaciones: ¿Cuáles? Especifique.	si		Todo el texto
7. ¿Desarrollaría más alguno de los aspectos del texto? Especifique cual o cuales.	si		La historia debe ir entramada con la explicación, o ir después

**ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA**

PREGUNTA	Marque una sola opción		JUSTIFIQUE O SUGIERA
	SI	NO	
8. ¿El título le parece adecuado? ¿por qué?		no	Empieza por el final, ¿quién es Cavendish para alguien no informado? El título podría ser por ejemplo, “cómo saber el peso de la tierra”. Por otro lado, el título sugiere al otro como hacedor, y el relato histórico inicial deja al lector como espectador diminuto entre una masa de inteligentes dioses de la ciencia. Esta es la forma más inadecuada de motivar para

			la acción necesaria en la construcción de conocimiento. Prácticamente todos los libros de texto están escritos así, entonces, desde el vamos están condenados a ser rechazados por el público. Está muy bien celebrar la inteligencia y rendir merecidos homenajes pero eso debe ir al final, cuando el lector o alumno ya conoce el tema y tiene la capacidad de discernir si el sabio era inteligente o más o menos.
9. ¿Considera que el texto tiene un buen inicio, invita a continuar la lectura?		no	El inicio está bien escrito pero no es adecuado, es una frase de libro de texto, no dice nada de lo que va a pasar después, y no tiene nada de resumen ni de copete
10. ¿Sugeriría otra modalidad de introducción?	si		La corriente en estos casos, ver por ejemplo Ciencia Hoy
11. En caso de contar con resumen, ¿le parece adecuado como tal?			
12. ¿Los subtítulos son adecuados? ¿ayudan a organizar la lectura?		no	No tienen nada que ver con lo que se dice después. Antecedentes: y luego no vienen antecedentes sino definiciones. Teoría: y luego se describe un experimento
13. ¿Cambiaría o agregaría subtítulos? Especifique su respuesta.	si		Los cambiaría y agregaría más
14. ¿El final del texto le parece adecuado? ¿Sugeriría otra modalidad de cierre o conclusión? ¿Cómo sería?		no	No se puede finalizar con fórmulas. Hay que resumir lo que se habló antes, resaltar el resultado, establecer comparaciones, etc
15. ¿Le parece que el texto está bien organizado? ¿sugiere otro tipo de organización?		no	Podría no mostrar todos los detalles de cómo se llega al peso. Esto no hace falta para divulgación.
16. ¿Opina que el texto tiene una extensión adecuada para el	si		Más largo no serviría y más corto no se puede explicar

tratamiento del tema? Especifique su respuesta			nada
------------------------------------------------	--	--	------

### RESULTADO

El trabajo es aceptado en su forma actual
El trabajo es aceptado según correcciones menores
El trabajo es aceptado según correcciones moderadas
El trabajo será aceptado sólo según una corrección extensa X
El trabajo no es aceptado

- COMENTARIOS DEL REVISOR: gracias por tu trabajo en divulgación !!
- SUGERENCIAS DE CAMBIOS O AGREGADOS:

### AII. 2.1.9. LENA

#### CONSIDERACIONES GENERALES

PREGUNTA	Marque una sola opción		JUSTIFIQUE O SUGIERA
	SI	NO	
1. ¿El tema reviste interés para una revista de divulgación científica?	X		La revista incluye temas de física básica y éste es un ejemplo importante
2. ¿El tema está adecuadamente tratado?	X		Si, si por adecuada entendemos científicamente correcto
3. ¿Está escrito de forma comprensible? Especifique su respuesta.		X	No, se utilizan palabras cuyo significado no conoce un lector tipo (del descripto para la revista). Ejemplos: "atracción mutua entre pares de objetos masivos proporcional al producto de las dos masas e inversamente proporcional al cuadrado de las distancias"; "unidad consensuada de masa"; "genera una cupla de restitución opuesta al movimiento que es proporcional al ángulo de giro"; "se genera un movimiento oscilatorio armónico cuyo período está dado por"; etc.
4. ¿El texto brinda los conocimientos necesarios a un lector no	X		Es autocontenido, pero para un lector familiarizado con

familiarizado con el tema?			el lenguaje matemático y físico. Da por sentado qué es una cupla, concepto que no se aprende en la escuela primaria. No apela a la distinción entre masa y peso, que suelen ser confundidas: “De este modo determinamos la masa $M_T$ de la Tierra. <i>¡Hemos pesado a la Tierra!</i> “. etc.
5. ¿Las ilustraciones son adecuadas? ¿Sugeriría reemplazarlas, modificarlas, agregar otras o eliminar alguna? ¿por qué?		X	En la Fig. 1 no se nota la separación entre las masas. Aparece “torsión fiber” en lugar de su expresión en español. En la Fig. 2 debería mostrar el movimiento periódico mediante algún truco gráfico como en las historietas. En la Fig. 3 llama $b$ a lo que debería ser $r_{12}$ (llamado $r$ en otras partes del texto). Se podrían agregar imágenes de Cavendish y su instrumento.
6. Remplazos o modificaciones: ¿Cuáles? Especifique.		X	Agregar un resumen que aclare el objetivo del texto (¿la experiencia de Cavendish, la medida de $G$ , o el peso de la Tierra?). Agregar algún párrafo que motive a leer el artículo, así presentado es un libro de texto. Incluir el uso de comparaciones o metáforas para “ablandar” el texto y aclarar conceptos (por ejemplo, para explicar qué es una cupla).
7. ¿Desarrollaría más alguno de los aspectos del texto? Especifique cual o cuales.	X		Desarrollaría una introducción aclarando que esta fuerza que existe en todas las escalas, desde las

			partículas elementales a los cúmulos de galaxias, posee propiedades que pueden ser estudiadas a escala macroscópica, con un instrumento muy sencillo.
--	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA

PREGUNTA	Marque una sola opción		JUSTIFIQUE O SUGIERA
	SI	NO	
8. ¿El título le parece adecuado? ¿por qué?		X	No motiva a leer el artículo
9. ¿Considera que el texto tiene un buen inicio, invita a continuar la lectura?		X	En absoluto. Parece un capítulo de un libro de texto
10. ¿Sugeriría otra modalidad de introducción?	X		Motivando el interés través de lo explicado en el punto 7.
11. En caso de contar con resumen, ¿le parece adecuado como tal?		X	Debería tener uno.
12. ¿Los subtítulos son adecuados? ¿ayudan a organizar la lectura?		X	Así escritos espantan al lector.
13. ¿Cambiaría o agregaría subtítulos? Especifique su respuesta.	X		Podrían reemplazarse por ejemplo de esta manera: Antecedentes-> introducción histórica; Teoría-> experimento para medir G, -> Cupla gravitacional-> midiendo la masa de nuestro planeta, etc..
14. ¿El final del texto le parece adecuado? ¿Sugeriría otra modalidad de cierre o conclusión? ¿Cómo sería?		X	No tiene correlato con el inicio. Ver sugerencias anteriores
15. ¿Le parece que el texto está bien organizado? ¿sugiere otro tipo de organización?		X	No se entiende el objetivo. El último párrafo ("Cualquier masa "m" sufre a una atracción") debería ir en el comienzo de la 3ª. Sección, introduciendo la necesidad de medir G, y el modo de hacerlo.
16. ¿Opina que el texto tiene una extensión adecuada para el	X		La extensión podría crecer en aras de una mejor

tratamiento del tema? Especifique su respuesta		descripción de las fórmulas (que son muchas) y algunos conceptos que se dan por sabidos.
------------------------------------------------	--	------------------------------------------------------------------------------------------

### RESULTADO

El trabajo es aceptado en su forma actual
El trabajo es aceptado según correcciones menores
El trabajo es aceptado según correcciones moderadas
El trabajo será aceptado sólo según una corrección extensa X
El trabajo no es aceptado

- COMENTARIOS DEL REVISOR:

Si bien el tema es interesante, el texto no lo demuestra, porque es confuso y poco atractivo. Es más adecuado para un libro de texto que para una revista de divulgación.

- SUGERENCIAS DE CAMBIOS O AGREGADOS:

Faltan ejemplos, aplicaciones, riqueza en el lenguaje coloquial que reemplace los términos técnicos, sin perder especificidad.

Debería apelar a recursos como comentarios, comparaciones, humor, etc. para que no resulte tan tediosa la lectura.

Ampliaría con información acerca de dónde se puede encontrar una balanza de Cavendish, o más información sobre el tema.



### Anexo II. 3. PLANILLA ANALISIS REFERATO

	Genero/ Leng. ctfco	Org/ intertext	RT cont	RT lector	Tdat/conc /ley	Tred/cotxt/ ctfco	RRs/mf/ def/exp	RRm/pa/ej /h/int/rec	E voces	E nef	Econ mot	Etn/nit	Esjcadq	Perfil
<b>TEO</b>	2	4	4	1	4	0	0	0	0	1	1	1	0	1
<b>ERIK</b>	2	0	4	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	1
<b>LIA</b>	2	2	5	5	4	4	7	2	1	1	1	1	0	2
<b>NILS</b>	3	4	2	3	4	3	7	1	1	3	4	2	0	2
<b>STEN</b>	1	3	5	1	4	2	4	0	3	0	1	4	0	2
<b>LENA</b>	5	4	3	3	2	4	7	9	1	1	4	0	3	3
<b>MATS</b>	4	3	5	2	1	3	3	2	0	0	3	0	0	3
<b>IAN</b>	5	3	3	1	0	4	2	5	1	0	4	0	3	3



**ANEXO III**

**TEXTOS PROPIOS DE LOS**

**INVESTIGADORES**

***FASE 2***

### **AIII.1. TEO: DEFINICIÓN DE CAOS**

La mecánica cuántica primero establecida por Planck en 1900 es una de las teorías físicas más relevantes del siglo XX, junto a la Relatividad de Einstein. Estas dos teorías mejoran la física clásica fundada en el siglo XVII por Galileo y Newton. Muchos físicos fueron desarrollando la teoría cuántica, por nombrar sólo algunos: Bohr, Sommerfeld, Heisembreg, de Broglie, Dirac... En 1928 Schrödinguer establece la ecuación de onda, hasta hoy aceptada, que predice con exactitud gran cantidad de fenómenos de la microfísica. Sin embargo hasta hoy sigue la controversia sobre la descripción de esta onda, es decir la interpretación de Copenhague. En ella el cuadrado de la función de onda nos da la probabilidad de encontrar el electrón en un pequeño volumen localizado del espacio.

Junto a la relatividad y la cuántica podemos agregar otro gran descubrimiento físico-matemático-computacional del siglo XX: el caos

No vamos aquí a hablar del caos político y social sino de un comportamiento de la naturaleza descrito por las matemáticas y aplicable en el campo de las ciencias exactas y naturales. Daremos una definición de caos, para pasar a explicar sus cualidades.

Definiremos caos a un comportamiento oscilatorio de apariencia aleatorio, determinista, con sensibilidad a las condiciones iniciales e imprevisibles a futuro. Matemáticamente se da el caos en los sistemas dinámicos no lineales.

Siempre se trata de una variable que evoluciona con el tiempo como la temperatura ambiente. Esa variación es muy complicada o aleatoria, no sigue ningún patrón. Dicho de otra forma no es como la sucesión del día y la noche que es totalmente repetitivo. Justamente en 1963 Lorenz, tratando de hacer un modelo matemático de la atmósfera, encontró que los parámetros meteorológicos variaban caprichosamente con el tiempo, es decir de una forma aparentemente aleatoria. Es por eso que hoy día se hace imposible el pronóstico meteorológico a largo plazo.

Sin embargo incluimos en la definición al determinismo, ya que la descripción matemática de estos fenómenos siguen una ley determinada por la solución de un sistema de ecuaciones diferenciales precisas o de un sistema de ecuaciones iterativas determinadas.

La sensibilidad a las condiciones iniciales es otra propiedad del caos por la cual una pequeña diferencia el valor inicial de la variable en cuestión arroja con el tiempo una gran variación. Es lo que se ejemplifica con el “efecto mariposa”. De dos mariposas que aletean en Buenos Aires una puede no producir nada y la otra provocar a la larga un huracán en el Caribe.

*Por culpa de un clavo, se pierde la herradura,  
Por culpa de la herradura se pierde el caballo,  
Por culpa del caballo, se pierde el jinete,  
Por culpa del jinete, se pierde el mensaje,  
Por culpa del mensaje, se pierde la batalla,  
Por culpa de la batalla, se pierde el Reino.*

Podría pensarse que si determinamos con exactitud la condición inicial tendríamos la evolución exacta conocida. Sin embargo toda medición física posee un error. Además ese error no puede hacerse tan pequeño como uno quisiera a causa de la indeterminación de Heisembreg. Por lo tanto tenemos una imprevisibilidad del comportamiento futuro.

La matemática, como decíamos, encuentra el fenómeno caótico en sistemas no lineales. Es decir el efecto de dos fenómenos no es la suma de los fenómenos por separado.

Encontramos caos en la atmósfera, en la población de mosquitos que varía año a año caprichosamente, en la turbulencia del humo del cigarrillo, en la convección, en algunas reacciones químicas, en el EEG y en el ECG de personas enfermas, etc ¡Incluso en el movimiento de una botella de Coca Cola que posee cinco puntos de apoyo! En efecto, al desviarla de la posición de equilibrio pasa de apoyarse de dos patas a apoyarse sólo en una, entonces una ligera perturbación (sensibilidad a la condición inicial) la hace tumbar hacia la derecha o a la izquierda, y así siguiendo.

Sin embargo hay cierta frivolidad en decir que cualquier oscilación escarpada es caótica ya que para ello habría que someterla a la prueba de las cuatro cualidades: oscilación pseudoaleatoria, sensibilidad a las condiciones iniciales, determinismo e imprevisibilidad a futuro.

## **AIII.2. ERIK: GRABACIÓN MAGNÉTICA**

### **Resumen:**

Los discos rígidos han dominado el mercado de almacenamiento de información digital en medios regrabables en los últimos 50 años. Absolutamente todas las tecnologías alternativas han sucumbido ante la notable capacidad de estos equipos para reducir permanentemente las dimensiones y guardar cada vez más bits en menos espacio físico. Detallaremos el principio de funcionamiento de un disco rígido moderno y comentaremos los nuevos descubrimientos físicos que han hecho posible que un disco actual permita guardar 10 000 000 de veces más información por unidad de área que el original del año 1956.

### **Algo de Historia**

En el año 1898 Valdemar Poulsen, un empleado de la compañía de teléfonos de Copenhague, grabó una voz humana en el que fue el primer equipo de grabación magnética de la historia. Poulsen patentó su invento llamado telegráfono que sería el punto de partida para una larga serie de desarrollos tecnológicos.

El telegráfono, que se muestra en la figura 1 consistía en un micrófono que se utilizaba para convertir el sonido en señales eléctricas. Estas señales alimentaban una bobina con núcleo de hierro que "grababan" la variación de intensidad de campo magnético sobre un alambre de acero (una cuerda de piano) que se desplazaba respecto del electroimán. En el alambre quedaban registradas zonas de distinta magnetización que podían ser luego leídas con el mismo electroimán y ser convertidas nuevamente a señales eléctricas. Estas señales alimentaban un parlante que las transformaba en ondas sonoras.

La grabación magnética más antigua que aún se conserva corresponde al Emperador Franz Josef de Austria hablando en la exposición de París de 1900 y se realizó en el telegráfono de Poulsen.

En 1935 AEG y BASF de Alemania presentan el magnetófono en la feria de Berlín. En este nuevo equipo el cable de acero había sido reemplazado por una cinta flexible de acetato de celulosa cubierta con una pintura de óxido férrico ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Hacia 1956 IBM presentó su computadora RAMAC (del inglés Random Access Method of Accounting

and Control – Método de conteo y control de acceso aleatorio) que incluyó el primer disco rígido de la historia

El disco de la RAMAC estaba contenido en un gabinete con el tamaño de un refrigerador y el motor que lo hacía funcionar tenía una potencia similar al de una pequeña mezcladora de cemento. El corazón del equipo eran 50 discos de aluminio cubiertos en ambas caras con una película de óxido de hierro. Cada disco tenía 60 cm de diámetro y giraba a 1200 rpm. La lectura/escritura se realizaba con un par de cabezas que se desplazaban verticalmente de un disco a otro con un control neumático, y con un desplazamiento radial accedían a una posición dada dentro del disco seleccionado ver figura 2. Disco completo tenía una capacidad total de 5 Mbytes (5.000.000 de bytes), apenas suficiente hoy en día para guardar algunos segundos de música en formato MP3. A pesar de que mucho ha cambiado en la industria informática desde la mitad del siglo pasado recordar las válvulas, las memorias con núcleo de ferrita o las tarjetas perforadas que ya forman parte de los museos informáticos el principio básico de funcionamiento de un disco magnético ha cambiado muy poco en los últimos 50 años. Es muy probable que un ingeniero que participó en el proyecto RAMAC en 1956 no tenga mayores problemas en comprender el funcionamiento de un disco moderno.

### **Principio de funcionamiento**

El modo de funcionamiento de un disco rígido actual guarda similitudes aún con el telegráfico de Poulsen del siglo XIX Hay tres principios fundamentales de física básica que entran en juego:

- Una corriente eléctrica produce un campo magnético (ley de Ampère)
- Las variaciones de campo magnético inducen una tensión en una bobina (ley de Faraday-Lenz)
- Los dominios en un material magnético tienden a orientarse en la dirección del campo aplicado (interacción Zeeman).

En el sistema de Poulsen el cabezal es un electroimán una bobina enrollada sobre un material magnético blando. Este material sirve tanto para escribir usando las propiedades 1 y 3) como para leer (usando 2) la información magnética. El cabezal convierte la señal eléctrica en un campo magnético variable que magnetiza al medio de una manera proporcional a la intensidad de la señal. Para que la información guardada dure en el tiempo el medio debe ser un material magnéticamente duro. (Ver la figura 3 para la definición de “blando” y “duro”). Si se pasa el cabezal sobre una zona determinada, los cambios de magnetización en el medio producen variaciones en el campo magnético superficial que a su vez inducen una señal eléctrica en el electroimán. A continuación y por el resto de este artículo, nos centraremos exclusivamente en la descripción de los discos rígidos por ser estos equipos los de más avanzada tecnología dentro de los sistemas de grabación magnética

Los otros sistemas (tarjetas magnéticas, cintas de audio, de video y de datos, etc.) si bien utilizan tecnologías distintas, se basan esencialmente en los mismos principios físicos para funcionar.

### **Discos rígidos magnéticos**

Los componentes básicos de un disco rígido son: el medio magnético donde se almacena la información, el transductor o cabezal de lectura/escritura, la electrónica y las partes mecánicas. Los dos primeros componentes son los que nos interesan desde el punto de vista de nanociencia y serán comentados en detalle.

### Medio magnético

Los requisitos fundamentales que debe cumplir un medio magnético son: alto campo coercitivo (ver figura 3), estabilidad magnética y térmica, estar formado por granos muy pequeños cristalinamente orientados, magnéticamente aislados y de alta anisotropía magnética. Tienen que ser también resistentes a la corrosión y al uso.

Encontrar un material que cumpla con todos estos requisitos no es tarea sencilla. En los primeros discos rígidos se utilizaron óxidos de hierro magnéticos que se depositaban con técnicas químicas o simplemente se pintaban sobre el sustrato. Sin embargo a medida que se fue incrementando la densidad de información se hizo necesario cambiar a materiales con mejor performance y agregar capas adicionales que ayudan, por ejemplo, a mejorar la estabilidad magnética o a evitar la corrosión. Actualmente el medio magnético de un disco consta de unas 7 capas (como se muestra en la figura 4) y cada una de ellas cumple una misión específica.

Es necesario crecer la multicapa en condiciones muy controladas para que cumpla con los requerimientos más arriba mencionados. La técnica de deposición más utilizada es conocida como "sputtering". Consiste en hacer incidir átomos ionizados de argón contra un blanco del material que se desea depositar. Las moléculas (o átomos individuales) son arrancados del blanco y se depositan sobre un sustrato. Para evitar contaminaciones indeseadas todo el sistema debe estar en alto (con presiones menores a  $10^{-7}$  Torr). Como sustrato y soporte de las capas se usa un disco de aluminio o de vidrio, generalmente de 3½ o de 2½ pulgadas de diámetro. Sobre el sustrato se deposita una película de NiP para darle una mejor terminación a la superficie. En la superficie superior se deposita una capa de carbón tipo diamante que es muy delgada y cumple la función de proteger a la capa magnética de la corrosión. Sobre ella se deposita una delgadísima capa lubricante de un espesor promedio menor a una molécula. Las capas de cromo (Cr) y cromo cobalto (CoCr) tienen como objetivo lograr que la película magnética crezca en forma epitaxial, es decir, que los granos de Co tengan su eje de anisotropía magnetocristalina paralelo al plano del film. De este modo tanto la energía magnetostática como la cristalina favorecen que la magnetización quede paralela al plano del film. Aquí conviene aclarar que existen dos esquemas para magnetizar al medio como se muestra en la figura 3.

En uno las magnetizaciones quedan dentro del plano del disco (grabación longitudinal) y en el otro apuntan en la dirección normal (grabación perpendicular). En todos los discos que actualmente se comercian se utiliza la grabación longitudinal. La capa siguiente de CoCrPtB de 3 nm junto con la delgadísima capa de Ru (0.8 nm, menos de 3 capas atómicas) se han introducido muy recientemente en la estructura de multicapas y su función es mejorar la estabilidad magnética explotando el fenómeno conocido como "acoplamiento de intercambio" (ver artículo de Laura Steren en esta misma entrega). La capa magnéticamente activa, es decir donde se guarda la información, es una aleación de CoCrPtB (similar a la capa estabilizadora) en forma de film delgado de unos 15nm de espesor. Los dominios magnéticos en esta capa apuntan en dirección opuesta a los de la capa delgada de CoCrPtB debido al acople antiferromagnético mediado por la capa de Ru. El elemento magnético es el Co y la función de los otros elementos químicos es, fundamentalmente, la de aislar los granos de Co para disminuir la interacción de intercambio entre ellos y lograr que el tamaño de grano sea lo más uniforme posible.

En un material magnético usual (por ejemplo un pedazo de hierro o de cobalto) si uno revierte la dirección de la magnetización en una parte de la muestra, la magnetización de las regiones vecinas también tenderán a darse vuelta debido al fuerte acople de intercambio existente. Si los granos magnéticos son separados por regiones no

magnéticas, este acople disminuye y es posible magnetizar una región dada sin alterar el entorno. El diámetro de los granos de Co en un medio actual es menor a 10 nm (ver figura 6). Este tamaño está en el límite de estabilidad magnética a temperatura ambiente en películas de Co. Como se discute en el artículo de nanopartículas este tamaño mínimo depende de la anisotropía de las partículas. Actualmente se está invirtiendo un gran esfuerzo de investigación en compuestos en los que el superparamagnetismo (es decir cuando el desorden térmico destruye el orden magnético) recién aparece en tamaños menores a los 3 nm. Estos compuestos son aleaciones ordenadas de CoPt con anisotropías magnetocristalinas 10 veces mayores que las de Co puro. El interés en disminuir el tamaño de cada partícula magnética está estrechamente ligado a la carrera por aumentar la densidad de bits por unidad de área. El bit se define como la región en la que se puede invertir la magnetización sin afectar a las regiones vecinas. No está formado por un sólo grano magnético, sino que cada bit contiene unos 1000 granos (algo menos en los medios más nuevos). Los bits son regiones rectangulares con una relación largo/ancho de aproximadamente 10, de modo que la anisotropía de forma favorece la alineación de la magnetización según la dirección más larga.

En los discos modernos el tamaño del bit es 250 nm x 30 nm (figura 7) y las regiones de transición entre bits (en donde no se guarda información) son de menos de 10 nm. Si bien los granos están relativamente aislados, no están totalmente desacoplados y por lo tanto no es posible lograr que cada bit tenga el tamaño de un grano magnético. Debido a este acople la relación señal/ruido es proporcional al número de granos por bit, por lo tanto si se desea disminuir el tamaño del bit se debe, necesariamente, reducir el tamaño de grano.

### **Cabezal de lectura/escritura**

Originalmente un único cabezal era utilizado tanto para la lectura como para la escritura de información en los discos. Este cabezal de doble propósito funciona de forma inductiva con una bobina arrollada sobre una armadura ferromagnética toroidal. En modo escritura una corriente eléctrica produce un campo magnético que graba la superficie del disco. En modo lectura las transiciones entre zonas del disco con distinta orientación magnética inducen una corriente sobre la bobina del cabezal. El cabezal de escritura sigue siendo inductivo aún hoy, pero para aumentar la sensibilidad el cabezal de lectura se ha separado y opera basado en un principio físico totalmente distinto. A partir de 1980 los cabezales “tradicionales” de lectura/escritura bits (es decir aquellos en los que un fino alambre de cobre es enrollado sobre un material ferromagnético blando) fueron reemplazados por cabezales producidos íntegramente con técnicas de deposición de películas delgadas en alto vacío, litografía óptica y comido iónico o químico. A estos nuevos dispositivos se los llamó “cabezales inductivos de película delgada” ya que se reduce notablemente una de las dimensiones. En un cabezal de lectura inductivo la magnitud de la corriente inducida disminuye en forma proporcional al área del bit a ser leído, a la distancia cabezal-disco y a la magnetización remanente del medio.

A fines de los años 80 esto efectos estaban limitando la densidad de información que podía leerse de un disco rígido. La solución fue introducida por IBM en 1991 con la aparición del cabezal de lectura magneto-resistivo (MR)] de película delgada, basado en materiales cuya resistencia eléctrica cambia en presencia de un campo magnético. En 1997 un cabezal de lectura aún más sensitivo basado en el efecto de magneto-resistencia gigante (GMR) fue presentado por IBM. Si bien el funcionamiento de ambos sensores se basa en el cambio de resistencia que se produce al aplicar un campo magnético, el principio físico subyacente es totalmente distinto.



Los sensores MR explotan el hecho de que en algunos materiales la resistencia eléctrica depende de la orientación relativa entre la dirección de circulación de la corriente y la dirección en la que se orienta la magnetización. Por este motivo también se la llama magneto-resistencia anisotrópica. El material más utilizado es el Permalloy ( $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ ) [con una variación de resistencia de aproximadamente un 2%, lo que implica un aumento de sensibilidad de casi un orden de magnitud con respecto a los cabezales inductivos. A los cabezales que utilizan la propiedad de GMR se los denomina “válvula de espín” (del inglés spin valve) y son estructuras de multicapas especialmente construidas para sensar las transiciones magnéticas que se producen entre los bits. En este tipo de sensores se observa que cuando las capas magnéticamente activas se alinean en forma antiparalela la resistencia es alta y que disminuye rápidamente cuando el alineamiento es paralelo. La explicación más aceptada para comprender este fenómeno se conoce como “colisión dependiente de espín” (spin-dependent scattering en inglés) y se basa en el hecho de que el número de colisiones que sufre un electrón con su espín apuntando hacia arriba es mayor cuando atraviesa capas con magnetización antiparalela que cuando atraviesa capas con magnetización paralela.

La válvula de espín tiene cuatro elementos fundamentales: A) una capa antiferromagnética que puede ser natural o sintética. Se utilizan una gran variedad de antiferromagnetos naturales, entre los más comunes podemos mencionar PtMn, MnIr, NiO, FeMn, etc. Los antiferromagnetos sintéticos más usados son las tricapas de CoFe/Ru/CoFe. En esta estructura las dos capas ferromagnéticas de CoFe se acoplan antiparalelamente al ser separadas por una delgadísima capa de Ru no magnético. B) una capa ferromagnética de dureza intermedia (normalmente CoFe) que se crece sobre la anterior y queda “anclada” al antiferromagneto, es decir cuesta bastante revertir la dirección de la magnetización aplicando un campo magnético. C) Un espaciador no magnético de Cu u otro metal noble que separa las dos capas ferromagnéticas, y D) una capa magnética de muy bajo campo coercitivo (que suele ser Permalloy) que está libre para moverse en la dirección del campo magnético aplicado. Con este tipo de estructura de multicapas se logran cambios de resistividad superiores al 15% al invertir unos pocos Oersted la magnitud del campo magnético. La complejidad extrema de un sensor magneto-resistivo utilizado como lector de discos rígidos puede observarse en el esquema de la figura 8.

Debido a que el tamaño de bit que debe leer el cabezal es cada vez más pequeño, las dimensiones del sensor se han reducido drásticamente. Para los discos actuales con densidades de más de 30 gigabits/pulgada cuadrada el espesor total de la multicapa no supera los 15 nm, y las dimensiones laterales son menores a los 200 nm.

Como ya se mencionó, el cabezal de escritura sigue utilizando el principio inductivo para funcionar. La transición de los cabezales tradicionales a los de película delgada tiene como mérito, además del incremento de la sensibilidad, la relativa simplicidad de fabricación que permite una producción masiva. Actualmente en un sólo sustrato de silicio de 6 pulgadas de diámetro se pueden fabricar alrededor de 30000 cabezales en forma simultánea. El material elegido como núcleo magnético es Permalloy debido a su muy buena respuesta a altas frecuencias (se escribe a cientos de megahertz) y su magnetostricción nula. Actualmente se está realizando mucho trabajo de investigación en otro tipo de aleaciones magnéticamente blandas que, además de buena respuesta en frecuencia, permitan generar los campos magnéticos cada vez más altos que son necesarios para revertir la magnetización de bits magnéticos con campos coercitivos cada vez más grandes. Entre los materiales más estudiados están el CoFe y el FeTaN con magnetizaciones de saturación que duplican a la de Permalloy. A pesar de que las funciones de lectura y escritura son independientes, los cabezales están

integrados en un sólo elemento pues es de fundamental importancia mantener un preciso alineamiento geométrico entre ambos cabezales. El creciente incremento en la densidad de bits por unidad de área ha forzado a disminuir la distancia entre el cabezal y la superficie del disco hasta casi llegar al contacto mecánico. El cabezal “vuela” a unos 15 nm sobre un disco que rota a más de 10000 rpm. Para comprender mejor la magnitud de las distancias y tolerancias involucradas leer el apartado en que se lleva todo el sistema a la escala de un campo de fútbol.

### **Futuro**

La densidad de información que se puede almacenar en un disco rígido ha crecido en forma sostenida en los últimos 50 años utilizando simplemente leyes de escala. El ritmo de crecimiento en la densidad de bits se ha incrementado recientemente más allá de lo previsto debido a la introducción de tecnologías revolucionarias basadas en descubrimientos realizados sólo unos años antes de que el producto llegue al mercado. Con los sistemas actuales de grabación longitudinal se espera aumentar la densidad hasta unos 200 Gbits/pulgada cuadrada (casi un factor 10 comparado con un disco actual). La migración a medios de grabación perpendicular permitiría llegar a valores de densidad de hasta 1 terabit/pulgada cuadrada ( $1 \text{ Tbit} = 10^{12} \text{ bits}$ ). Para aumentar aún más la densidad de bits se han propuesto medios pre-diseñados (o *patterned media*) en los que los bits están formados por dominios magnéticos aislados en una matriz no magnética. Otros esquemas proponen adaptar los microscopios de fuerza atómica para guardar información en escalas de átomos individuales.

Sea cual fuere el sistema que domine el mercado en el futuro, lo cierto es que si el ritmo de crecimiento de 100% anual continúa en los próximos 10 años, para el 2014 la capacidad de un disco se habrá multiplicado por 1000, es decir tendríamos discos rígidos de 100 terabytes (100 000 000 000 000 bytes).

Más allá de que el progreso tecnológico permita llegar o no a discos de semejante capacidad, la pregunta que naturalmente surge es: ¿Tenemos suficiente información para llenarlos? Si pudiéramos traer del futuro un disco de 100 Tbytes comenzaríamos copiando nuestro viejo disco en el nuevo y sólo llenaríamos un 0.1% del espacio disponible. Si se nos ocurriera guardar la información contenida en todos los libros de una biblioteca dispondríamos de espacio suficiente para 100 millones de volúmenes, mucho más de lo que tiene cualquier biblioteca del mundo. El disco podría archivar 10 millones de fotos de muy alta resolución, 1 millón de CD's en formato MP3, o 50000 películas en formato DVD. Esto es mucho más de lo que nosotros (incluyendo familiares, amigos y vecinos) podríamos leer, escuchar o ver durante todas nuestras vidas. Otro problema se presentaría al intentar cargar toda esa información en el disco. ¿Cuánto tiempo y esfuerzo nos llevaría digitalizar varios millones de fotos o copiar cientos de miles de CD's? Si quisiéramos bajar información de Internet usando una conexión de banda ancha de 1Mhz tardaríamos más de 20 años en completar nuestro disco.

Otro problema no menor aparecería al tratar de organizar semejante cantidad de información. Cualquier persona que utilice una computadora sabe lo que cuesta mantener ordenados y fácilmente accesibles algunos gigabytes. Según parece en el futuro próximo tendremos un superávit de capacidad para guardar información, debido esencialmente a que el producto de la creatividad humana crece sólo en forma aritmética, mientras que la capacidad de guardar y distribuir información aumenta en forma geométrica. ¿O se encargará la versión 2014 de Windows de llenar el 99.9% restante de nuestro disco rígido?

#### LITERATURA SUGERIDA:

- 1- Brian Hayes, Terabyte territory, American Scientist, p.212, vol. 90, May-June 2002.
- 2- Ed Grochowski, IBM magnetic hard disk drive technology,  
<http://www.almaden.ibm.com/sst/html/leadership/leade2-leadership.htm>
- 3- Peter Grünberg, Layered magnetic structures: history, highlights, applications, Physics Today, p.31, May 2001.
- 4- James D. Livingston, 100 years of magnetic memories, Scientific American, p.106, Nov. 1998.
- 5- Hideo Fujiwara, Recording devices, Encyclopedia of Applied Physics, p.149, vol 16, 1996.
- 6- James U. Lemke, Magnetic storage: principles and trends, MRS Bulletin, p. 31, Mar. 1990.
- 7- Magnetic recording history pictures, <http://history.acusd.edu/gen/recording/tape.html>.

#### GLOSARIO DE TÉRMINOS:

**Electroimán:** Tipo de imán formado por una bobina (usualmente de cobre) enrollada sobre un núcleo ferromagnético (usualmente Fe). Tiene la ventaja sobre un imán permanente que controlando la intensidad de la corriente que circula por la bobina se controla el valor del campo magnético.

**Dominio Magnético:** Los materiales magnéticos de dimensiones macroscópicas no suelen tener una magnetización apreciable en ausencia de campo magnético. Esto se debe a que pueden bajar su energía magnética si crean pequeñas zonas con las magnetizaciones opuestas a perpendiculares (llamadas dominios). La energía adicional que implica la introducción de una pared de dominio no es significativa a menos que la dimensión del material sea del orden de los micrones. En este caso el material no se dividirá en dominios.

**Oersted:** Unidad de campo magnético. El campo magnético terrestre que alinea la aguja de las brújulas con el norte geográfico equivale aproximadamente a 1 Oe. El de un imán permanente como los que se pegan en las heladeras es de unos 500 Oe.

**Anisotropía Magnetocristalina:** En un material magnético la magnetización no siempre está distribuida en forma isotrópica. Su forma geométrica, el proceso de fabricación, o su estructura cristalina pueden generar una dirección de ordenamiento preferencial. Si esta anisotropía es debida fundamentalmente a las características intrínsecas del material se suele decir que es del tipo magnetocristalina.

**Filmes epitaxiales:** En estos filmes la estructura va creciendo en forma totalmente ordenada según alguna dirección cristalina determinada por las características del sustrato.

**Antiferromagnetismo:** En el caso más simple se lo puede pensar como un material en el que dos subredes ferromagnéticas iguales, pero de magnetización opuesta, están interpenetradas para generar un sistema magnéticamente ordenado, pero de magnetización total igual a cero.

**Superparamagnetismo:** Estado desordenado que ocurre en los materiales ferromagnéticos cuando el tamaño se reduce lo suficiente como para que la energía térmica se haga mayor a la magnética. Este fenómeno recién se observa a temperatura ambiente en partículas con tamaños menores a los 10 nm.

**Litografía óptica:** Técnica que consiste en reproducir un diseño sobre una superficie utilizando máscaras y resinas sensibles a la radiación electromagnética en el rango visible o ultravioleta.

### **AIII.3. OLAF: ¿CUÁNDO EMPEZÓ LA NANOTECNOLOGÍA?**

El término “nanotecnología” fue acuñado por N. Taniguchi, un científico japonés, en 1974, en el que planteaba a la nanotecnología como la posibilidad de separar, consolidar y deformar materiales en la escala de un átomo o una molécula. E. Drexler popularizó el término en el año 1986, en su libro “*Engines of Creation*”, en el que propuso máquinas de tamaño nanométrico fabricando masivamente productos con precisión atómica. La posibilidad de que la producción de un objeto a escala masiva fuese tan simple como lo es hoy en día copiar un archivo en una PC, es lo que disparó la idea de “la nanotecnología como la nueva revolución industrial”. En su sentido original, la nanotecnología se refiere a la capacidad de construir productos complejos, basados en máquinas moleculares que son capaces de controlar procesos de fabricación a nivel atómico. Esto podría llevar a nanomáquinas que produjeran otras nanomáquinas demasiado rápida y eficazmente, a punto tal que pudieran salirse de control, y que eventualmente se reprodujeran hasta el infinito, agotando los recursos del planeta. Esta visión extrema ha sido duramente criticada como “ciencia ficción”. Entretanto, la producción de materiales y dispositivos sencillos a escala nanométrica ha avanzado, y hoy en día se acepta a la nanotecnología como la producción de objetos y sistemas con dimensiones menores a los 100 nm.

Drexler quiso reflejar la visión que había tenido Richard Feynman algunas décadas antes. Existe un acuerdo bastante amplio entre los científicos, en que un momento fundacional de la nanotecnología es la charla de Feynman en Caltech, en 1959, “*There’s plenty of room at the bottom*” (Hay mucho lugar allá abajo)<sup>1</sup>, en la que planteó la posibilidad de “manipular y controlar objetos a pequeña escala, si es posible, átomo por átomo” como una de las puertas a la ciencia y la tecnología del futuro. Se preguntó si era posible escribir los 24 volúmenes de la Enciclopedia Británica en la cabeza de un alfiler, llegando a la respuesta de que sí era posible, y que en ese caso, cada “píxel” de esa Enciclopedia (digamos, los puntos que formarían las letras del texto) deberían medir unos 30 átomos de diámetro. En esa época, los transistores comenzaban a ser un poco más chicos que una goma de borrar, hoy caben 7 millones en un chip...!

Pero ya existía la posibilidad de construir objetos nanométricos de manera reproducible. En 1951, J. Turkevich había desarrollado un método de fabricación de coloides de oro de color rojizo/violeta<sup>2</sup>, tan simple y reproducible (utiliza sales de oro y citrato de sodio disueltos en agua hirviendo) que aún hoy se usa. ¿Qué son estos coloides? Simplemente partículas muy pequeñas, tanto que no “caen” al fondo de un vaso o tubo de ensayos, y permanecen flotando. La palabra *coloide*, que es un término muy conocido por científicos, ingenieros, médicos, biólogos, etc está siendo gradualmente reemplazada por el término *nanopartícula*, que evidentemente suena más enigmático e importante.

Veremos los detalles de la síntesis de nanopartículas de oro en un capítulo posterior, pero lo interesante del caso es que el método de Turkevich se inspiró en viejos métodos desarrollados por Faraday en el Siglo XIX. Michael Faraday, científico inglés, hizo grandes descubrimientos en el campo de la electricidad: sentó las bases de la electroquímica tradicional, construyó la primera dínamo y descubrió el benceno y desarrolló el campo de los coloides metálicos. Faraday realizó los primeros trabajos sistemáticos de preparación y estudio de coloides (perdón, nanopartículas!) de oro. Llamó “soles” a sus dispersiones coloidales, pues parecían una solución; el término se usa hoy en día. Estos soles podían cambiar de tonalidad desde un rojizo a un azul violáceo según el método de preparación. Lo interesante, es que fue el primero en darse cuenta de que estos cambios de color podrían deberse al tamaño: “estos fenómenos

parecen indicar que una mera variación del tamaño de las partículas es el origen de esta variedad de colores”. Aunque no propuso una explicación completa de este fenómeno, describió su trabajo como una útil investigación “acerca de la naturaleza y acción de un rayo de luz”<sup>3</sup>.

Pero los “soles” de oro ya eran conocidos por los alquimistas y los primeros químicos.

Faraday se inspiró en los trabajos de Paracelso, y en el “Aurum Potabile” medieval, que era, ni más ni menos que un sol de oro... De hecho, el oro coloidal se utilizaba como pigmento, y había una receta del llamado “púrpura de Cassius”, que databa del 1685, que se usó para decorar cerámicas esmaltadas. En el tratado “De Auro”, Andreas Cassius describe la formación de coloides de oro utilizando sales de estaño como reductor. Pero Cassius a su vez había adaptado métodos ya conocido en el siglo XV, encontrado en un manuscrito “Segreti per Colori”. Otros manuscritos de la época describen nanopartículas de cobre y plata. Los vidrios de las catedrales tienen colores amarillos, rojos y marrones debidos a nanopartículas de oro y de plata.

Podemos ir aún más lejos en la búsqueda de los primeros en crear nanopartículas. Los romanos habían desarrollado métodos para generar “vidrio rojo” a partir de sales y compuestos reductores. La “Copa de Licurgo” del S. IV de nuestra era es una copa de vidrio decorada con un color rojo o verde (dependiendo de cómo incide la luz). Ese color está originado por nanopartículas de oro incluidas en el vidrio; las nanopartículas se forman durante el calentamiento que le da forma a la copa. Se ha encontrado una receta similar para colorear vidrios en los archivos de los antiguos asirios. Es decir, hasta las civilizaciones antiguas podrían jactarse de tener al menos un producto nanotecnológico. La gran diferencia con nuestros tiempos, como decíamos más arriba, es la posibilidad de poder comprender los fenómenos que son el origen de las propiedades en la nanoescala. Esa comprensión nos permitirá diseñar sistemas nanotecnológicos, con propiedades a medida. Pero veamos cómo funciona todo, y cuáles son esos cambios, que necesitamos comprender y manejar.

#### Notas:

<sup>1</sup>Premio Nobel de Física 1975, por sus contribuciones en electrodinámica cuántica, una de las mentes más lúcidas de la física contemporánea, autor de un excelente texto inicial de Física. El texto completo de esta charla admirable se puede encontrar en:

<http://www.its.caltech.edu/~feynman/plenty.html>

<sup>2</sup> Los *coloides* son partículas muy pequeñas, dispersas en un líquido o en un gas: el humo, las pinturas, la leche, son esencialmente coloides. El nombre, derivado del griego, significa “similar al pegamento” (por ejemplo, los “engrudos” que se pueden obtener a partir de suspender almidón en agua). Los coloides han sido estudiados desde entonces, en multitud de aplicaciones prácticas, desde los alimentos, los cosméticos, la fabricación de neumáticos, etc.

<sup>3</sup>M. Faraday, *The Bakerian lecture: experimental relations of gold (and other metals) to light*, Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Vol. 147 (1847), 145-181, p. 159. El sitio

<http://www.hps.cam.ac.uk/whipple/explore/microscopes/faradaysslide/> tiene interesante información sobre este y otros aspectos de la investigación de Faraday y sus coloides

#### **AIII.4. STEN: CIENCIA = CULTURA**

Analizaremos los efectos negativos de la falsa dicotomía que pone por un lado a la Ciencia y por otro a la Cultura tradicional: arte y humanidades. La vieja, pero por cierto no superada, teoría de las dos culturas que analizó C.P. Snow <sup>1</sup> en los 60 y cuya práctica tiene como consecuencia una pérdida sustancial para la sociedad en su conjunto.

La Ciencia de hoy genera y alimenta todas las tecnologías que son responsables de las transformaciones sociales, económicas y políticas. Está subyaciendo a prácticamente todos los haceres del hombre y por ello, aunque la gran mayoría de la sociedad no lo perciba, forma parte naturalmente de la Cultura contemporánea.

Hasta hace unos cinco siglos la vida cotidiana era prácticamente idéntica en cualquier pueblo de la Tierra. Nadie disponía de agua corriente, ni de cloacas, ni de escuelas ni de comunicaciones. La medicina se basaba fundamentalmente en el uso de hierbas. Esto era así en París, Sevilla, Londres o México. En ninguna ciudad se vivía peor ni mejor que en las capitales europeas. La vida, realmente corta, era dura y difícil en todas partes. Los nobles quizá tenían algunas ventajas relativas, pero el bienestar que disponían ni remotamente se aproximaba al que poseemos hoy en casi cualquier país. Nadie escuchaba a Vivaldi o a Bach cenando, como podemos hacerlo hoy.

Hace 500 años los europeos redescubrieron el pensamiento científico que había surgido en la Jonia clásica, cuando el hombre comenzó a buscar en la propia Naturaleza y no en los dioses, las causas de todos los fenómenos que observaba. Estas ideas se apagaron por mil años hasta el Renacimiento y a partir de allí Europa se enteró, por los viejos textos presocráticos, que la Naturaleza podía comenzar a entenderse a partir de causas naturales. Había regularidades registrables y no todo era capricho divino. Así comenzó la diferenciación entre Europa y el resto del mundo. Si bien en China se inventó la pólvora, no existía allí la Química capaz de explicar la explosión...

A partir de ese momento la velocidad del progreso estuvo determinada por el conocimiento científico. Los pueblos que no lo adquirieron y desarrollaron, siguieron el ritmo de evolución de los diez mil años anteriores. Esos pueblos simplemente siguieron caminando en cuanto los otros comenzaron a correr... De esa manera terminaron marginados. Por el contrario, donde se afincó el conocimiento científico, éste se fue acumulando con velocidad creciente y se desbordó sobre la sociedad.

El avance científico y la lucha contra la ignorancia sufrieron trabas desde la religión y la monarquía absoluta, pero las fuerzas sociales se fueron deshaciendo de los obstáculos. Libre entonces, el conocimiento científico comenzó a imponerse y produjo así la revolución industrial. Finalmente, en los últimos 100 años, el pensamiento científico aplicado produjo el automóvil, el avión, el ordenador y una avalancha de comodidades y entretenimientos no soñados, basados en el uso industrial del conocimiento del mundo subatómico: la electrónica. De la revolución industrial a la informática transcurrieron menos de 300 años. Antes de la Ciencia, en 300 años el mundo no cambiaba un ápice...

Reinstalados con el análisis en nuestro tiempo, constatamos que la Ciencia ha pasado, durante la última mitad del siglo que acaba de terminar, por dos períodos bien definidos. En los 60 y 70 y sobre la base de los éxitos espectaculares del quehacer científico hasta allí, la Ciencia se transformó casi en una “religión universal”. Se creó una ideología realmente negativa, imprescindible de separar del método científico, que hasta podría dársele el nombre de “cientismo”. A este cientismo adhirieron todos los países, fueran capitalistas o socialistas, desarrollados o subdesarrollados. A pesar de ello el método científico no percoló a la sociedad en su conjunto para constituirse en bien cultural. En ese momento, aunque parezca contradictorio y debido precisamente a la irracionalidad del planteo dogmático, se perdió la oportunidad de instalar en los ciudadanos el

pensamiento científico con todas sus potencialidades. En efecto, cuando se pretende mal usar a la Ciencia para sustentar un dogmatismo, lo que se consigue es aplastar a la propia Ciencia. Este es un ejemplo que debió haber incluido George Steiner en “Nostalgia del Absoluto”<sup>2</sup>, sus conferencias de 1974 sobre la aparición de doctrinas con función de nuevas mitologías, especie de religiones seculares que pretenden ofrecer soluciones a todos los grandes problemas. Mencionó allí al marxismo, al psicoanálisis, al estructuralismo, además de la “sabiduría” zen, la visita de extraterrestres y otros dogmas, pero olvidó al cientismo porque en cierto modo quedó atrapado en sus mallas.

El otro período, el actual ligado al fin del siglo y del milenio, está marcado por el postmodernismo y sus derivados. Nace la puesta en duda de todo y la falsa idea de que el conocimiento científico es materia opinable. El péndulo cruzó hasta el otro extremo del relativismo. La Ciencia como tal tampoco se constituye en el bien cultural que debiera.

Insistamos en que a pesar de todo, aún sin pensarlo, seguimos valiéndonos de los desarrollos tecnológicos, que son el fruto de esa Ciencia,. Más vale que no nos falte la televisión y que a un número inmenso y fuertemente creciente, no nos priven de Internet, por favor!

La Ciencia, sin duda, ejemplifica el ideal del conocimiento. Las características propias del trabajo de la Ciencia proveen el control de sus propios útiles de pensamiento y la determinación de sus condiciones de validez. La estrategia científica enseña a aislar progresivamente ciertos sectores de la realidad y especificarlos cada vez más finamente. El pensamiento científico es tan preciso y articulado como para ofrecer contraejemplos, para servir de banco de prueba para ensayos y para dar testimonios de la fragilidad de conclusiones demasiado generales. En una palabra, gana el beneficio de la duda. Por eso es irónico que mientras la Ciencia intenta proveer una imagen coherente y simple de la Naturaleza, mucha gente encuentra al conocimiento científico inhumano y muy difícil de entender.

Es muy lamentable que esta situación sea particularmente grave entre los jóvenes. La cisura entre Cultura tradicional y Cultura científica se hace cada vez más profunda en sucesivas generaciones y si no se actúa adecuadamente, cada vez será más remota la posibilidad de unir las en una única Cultura que las abarque.

La Ciencia o la Tecnología no van de la mano de la deshumanización de la sociedad como tratan de convencernos ciertos agoreros opuestos al avance del conocimiento. Aquéllos cuya incompreensión los lleva a pasar de sensaciones a-científicas a una verdadera y nefasta actitud anti-científica. Muchos de ellos proponen la vuelta a la sencillez primitiva y “no encender la televisión”, en una revalorización de la Edad Media. El que la televisión se use también para malinformar (o desinformar) y manipular ideológicamente a los ciudadanos, no significa que los avances científico-tecnológicos que la hicieron posible sean deshumanizantes. No son los productos del conocimiento los que provocan la deshumanización sino el uso que de esos avances hace el poder dominante de la sociedad, precisamente para evitar que el conocimiento científico trascienda y posibilite la toma de decisiones sobre bases racionales. A poco de meditar sobre este punto queda claro que, por el contrario, la Ciencia y la Tecnología son factores fundamentales para favorecer la humanización de la sociedad. Si la sociedad incluye a la Ciencia entre sus valores culturales, conseguirá evitar que minorías poderosas sigan utilizando al conocimiento en su contra. Podrá así estar alerta sobre los peligros que a veces aparecen por el mal uso de la Ciencia y la Tecnología. Y no solamente eso, sino que también podrá proponer alternativas válidas y posibles y no soluciones mágicas o milagrosas a sus problemas.

Surge de inmediato preguntarse si es posible mejorar la falsa imagen de la Ciencia que tiene la sociedad y conseguir que ésta la adopte como uno de sus bienes. Si es posible que cuando deba tomar decisiones, el ciudadano común en lugar de leer el horóscopo, organice su vida y su pensamiento recurriendo en la medida de lo posible al método científico. Que perciba por ejemplo que es posible enterarse de las pseudo-predicciones del Tarot o de las inútiles de los horóscopos por medio de teléfonos con conexión satelital, pero no se puede diseñar un teléfono celular consultando a las pseudo-ciencias como la astrología...

Se trata sin duda de un problema cultural. La sociedad que es, en general, analfabeta científica, describe los fenómenos usando lo que podría llamarse el lenguaje de la calle. Con éste se hace muy difícil, si no imposible, transmitir el conocimiento científico. La ignorancia de los padres, luego de los maestros y finalmente de los medios de difusión en general, está en la base de esa restricción de lenguaje. Y no solamente de lenguaje, sino también del entrenamiento imprescindible para escuchar, entender y digerir un discurso lógico con premisas y conclusiones como lo es el de la Ciencia. Sobre este punto se puede elaborar un análisis un poco más detallado que pasa en primer lugar por detectar el escaso desarrollo de la investigación científica y el endémico aislamiento de los científicos. Los científicos tampoco hacen el esfuerzo necesario para trascender socialmente. Muchas veces aducen que los requerimientos y las complicaciones laborales del día a día les ponen pesadas barreras, otras que el esfuerzo de difusión no es adecuadamente valorado. Como consecuencia de ello, la sociedad no percibe que los, pocos, científicos que existen a su alrededor son parte de ella y por lo tanto no acompaña sus esfuerzos ni siente satisfacción por sus logros. Comparemos, por ejemplo, con la resonancia que tienen los triunfos deportivos, los premios cinematográficos y aún los eventuales éxitos literarios de nuestros compatriotas.

Los lectores de periódicos pueden constatar que el suplemento de Ciencia y Tecnología, si existe, aparece siempre separado del de Cultura. Además se habrá observado que mientras la sección cultural tiene presencia diaria, el suplemento científico, si aparece, lo hace una vez por semana y está generalmente dedicado a impactos tecnológicos. Los medios masivos de comunicación contribuyen también, por ingenuidad o por razones comerciales, a profundizar la falsa dicotomía entre Ciencia y Cultura. Se crea y se potencia entre el gran público la idea de que la comprensión de los temas científico-tecnológicos está reservada a un pequeño grupo de especialistas, entre otras cosas, aislados y aburridos...

Por otra parte, cuando eventualmente las agencias ligadas al desarrollo de la Ciencia y la Tecnología pretende difundir sus actividades, terminan difundiendo la imagen y la personalidad de los funcionarios de turno y no el conocimiento científico y los avances tecnológicos.

Convenimos entonces en que la actividad científica carece de vigencia social. No se ha conseguido que la sociedad tenga a sus científicos como adalides del saber, como consultores que usan el conocimiento científico que poseen, o pueden obtener, para dar sus respuestas. La causa nos parece de nuevo clara: la Ciencia no participa de la Cultura. No es que está devaluada sino que nunca tuvo valor.

Las “verdades” científicas no son reveladas sino que surgen de contrastar teorías y modelos con datos de la Naturaleza. Por ello son limitadas, condicionadas y relativas. La grandeza de la Ciencia está precisamente en que no puede ofrecer un espacio donde reina la certeza absoluta aunque su aporte al conocimiento es esencial y trascendente. La Ciencia está basada en la objetividad, no en la creencia, permitiendo que los fenómenos adquieran una definición racional, una descripción coherente y universal al independizarla



del hombre particular que hace la observación o la teoría. El científico es libre de formular cualquier pregunta, de dudar de cualquier aseveración, de buscar cualquier evidencia y de corregir cualquier error. Por otra parte no se pretende entrar en discusiones estériles sobre cualquier tipo de creencias religiosas, necesarias a un conjunto grande de personas, sólo queremos poner de manifiesto la incompatibilidad entre un dogma, cualquiera que fuese, y el conocimiento científico. Vale la pena recordar aquí a Goethe<sup>3</sup> quien decía: “aquél que posee arte y ciencia tiene religión; quien no las posee, necesita religión”...

A pesar de todo existen caminos para potenciar la presencia de la Ciencia en todos los niveles de la sociedad. El esfuerzo no es pequeño, pero puede surgir por ejemplo de incrementar el protagonismo del Profesor Universitario dedicado con exclusividad a la enseñanza, a la investigación de lo que enseña y a la divulgación de lo que estudia. La sociedad lo necesita así y lo debería exigir.

Destaquemos también algunas de las dificultades para esa inclusión necesaria de la Ciencia dentro del patrimonio de la sociedad toda. A pesar de la impactante unidad de formulación, la Ciencia presenta una diversidad innegable. En Ciencia, la comprensión de las grandes ideas fundamentales, la visión de conjunto no es suficiente para su desarrollo. Los detalles que son precisos y muy particulares deben ser conocidos, bien conocidos. La multitud de ellos da lugar inevitablemente a la especialización, creciente en nuestros días. Esta especialización, ha conducido a una fragmentación intelectual y semántica que hace que la comunicación entre los diferentes actores sea difícil. Insistamos en que esa dificultad de comunicación, que ciertamente opera no sólo entre distintas disciplinas científicas como la Física, la Química o la Biología, es igualmente fuerte dentro de cada campo individual. El enorme y fabuloso desarrollo de la Ciencia ha creado ineludibles divisiones y problemas. Como consecuencia ha dejado de ser un tema particularmente atractivo para mucha gente, dando lugar a ese analfabetismo científico en la sociedad del que venimos hablando. La Ciencia como elemento común en la Cultura del hombre de hoy, el conjunto de lo aprendido, ha casi desaparecido. Sin embargo, la práctica científica es, o debería ser, realmente parte de la Cultura no sólo en el sentido intelectual sino también en el antropológico. Si bien los actores de la Ciencia muchas veces no se comprenden fácilmente entre ellos, poseen patrones y actitudes comunes de comportamiento y modos compatibles de acercarse a los problemas. Esto circula a niveles profundos y de manera transversal a posiciones políticas o ideológicas. Casi sin pensarlo, los poseedores de actitud científica responden de manera similar. Este es precisamente el significado de una Cultura. Esta Cultura que debería ser adquirida y vivida por la sociedad.

Debemos conseguir que la sociedad identifique a la Ciencia entre sus valores culturales. La Ciencia no termina en las tecnologías que surgen de su desarrollo, las que a veces pueden ser responsables, por ejemplo, del incremento del desempleo que va de la mano de la globalización de la economía. Es también la única vía para resolver este problema al proveer educación racional a todos los ciudadanos, quienes al adquirir una formación de base adecuada podrán estar preparados para recibir las tecnologías de punta, convivir con ellas y encontrar mecanismos para que aparezcan soluciones originales. No existe camino más democrático para borrar las desigualdades sociales que el que pasa por una adecuada educación de base que incluya a la Ciencia.

Aquí cabe otra observación para reflexionar. Una pregunta generalizada a los actores de la Ciencia es ¿para qué sirve lo que se está investigando? Ella siempre aparece en las esporádicas entrevistas a científicos y tecnólogos. Es notable que el mismo tipo de preguntas no está presente en las, esta vez sí, frecuentes entrevistas a

futbolistas o actores. Nunca se escucha preguntar, por ejemplo, ¿cuál es el significado de pelearse a patadas por una pelota?

Por ello debemos convenir también que los científicos necesitan mejorar sustancialmente su tarea de comunicación para explicar qué hacen y por qué lo que hacen importa a todos. Las políticas científicas también descuidan este aspecto fundamental al no exhortar a los actores de la Ciencia a comunicar más y mejor. Esta comunicación no debe ser sólo con el público en general sino también, y quizás preponderantemente, con el Parlamento y todos los estamentos de gobierno.

La comunicación es generalmente una tarea difícil, sobre todo en ciertas áreas de la Ciencia. En algunas es más simple llegar con el mensaje adecuado. Por ejemplo la Biología. Además de los beneficios directos y evidentes de la investigación médica, siempre es atractivo el estudio de la materia viviente. La Cosmología, la Astronomía y hasta la Astrofísica tienen ventajas similares desde que es difícil encontrar a alguien que no disfrute mirando las estrellas. Los geólogos pueden siempre recurrir a los dinosaurios para “vender su producto”. Ya la imagen de la Química tiene altos y bajos. Finalmente la Física es difícil de compartir. La Física a partir de fines del siglo XIX entró en el mundo de la escala atómica, lejano a lo visible y a lo tangible, verdaderamente lejana de la del hombre. De hecho, la Mecánica Cuántica y la Relatividad tienen tanto, o más, que ver con la realidad del hombre como los fósiles o el ADN. Sin embargo para el ciudadano común los quarks y los electrones aparecen como objetos mucho menos reales. Estos personajes de la Física contemporánea parecen estar más ligados a la Matemática. Y la Matemática, única Ciencia Exacta, no tiene prácticamente conexión directa con la realidad sensible. Esta constatación ha llevado a muchos científicos a recurrir a metáforas, la mayoría de las veces desafortunadas, para tratar de hacer comprender ese mundo de escala tan lejana al hombre aunque omnipresente, que es el objeto de su estudio. En algún sentido la comunicación también se entorpece por el camino restringido a la metáfora. Queda claro que aquí también deberá hacerse un gran esfuerzo para encontrar la buena senda.

Hay que obtener también el reconocimiento político. Pero ese reconocimiento de la importancia innegable de la Ciencia y la Tecnología no se logra colocándolas en una oficina próxima a la presidencia, dependiente de la percepción y fundamentalismos del presidente de turno y de las presiones económicas circunstanciales. Lo imprescindible es garantizar la continuidad de apoyo sostenido de toda la sociedad, pero por convicción. Ella debe aprender a requerirlo así como desea seguridad y empleo.

Es importante destacar también que la Ciencia se estructura como tal a partir de comprender que no podía buscar la “verdad total”. Justamente porque las verdades científicas son limitadas, condicionadas y relativas, la Ciencia no puede ofrecer un espacio donde reina el sentimiento, reasegurante para muchos, de la certeza absoluta. Su avance aparece cuando empezó a hacerse preguntas más limitadas, cuando dejó de preguntarse qué es la materia, qué es el Universo, cómo funciona el Universo como un todo, cómo está estructurado ese mecanismo tan complejo y empezó a cuestionarse cosas más limitadas del tipo de cómo fluye el agua por un tubo o cómo cae una manzana. Allí está el verdadero comienzo del avance científico que desemboca en nuestra Ciencia contemporánea. La Ciencia investiga fenómenos separables, define un espacio de interés, un sujeto de análisis que puede separar de otro. De modo que cuando esas interferencias mutuas sean despreciables o cuando se puede imaginar que esas interferencias van a ser importantes sólo en una segunda pasada por el problema en busca de detalles, se puede atacar un asunto o un fenómeno limitado. Sin embargo, el estudio sistemático de estos fenómenos separables, puede conducir efectivamente a una comprensión global. Entendemos el funcionamiento y la evolución del Universo, es decir, comprendemos como el Universo

llegó hasta donde estamos nosotros ahora. Este resultado surge de un estudio sistemático de fenómenos separados. Hoy sabemos que no hay nada místico sobre el Universo. Sólo hay aspectos cuya comprensión y explicación está, y estará probablemente por bastante tiempo, en maduración.

Debemos también hablar conjuntamente de Ciencia y Arte. Tradicionalmente Ciencia y Arte son vistas, de alguna manera, como actividades dicotómicas: o se es científico o se es artista. He aquí otra manifestación del divorcio Ciencia-Cultura tradicional. El lugar común por Ciencia es decir que se trata de una actividad racional, objetiva, fría, en tanto que el Arte sería subjetivo, irracional, emotivo. Sin embargo esta separación no soporta el menor análisis serio, suena verdaderamente muy superficial. Los científicos para hacer Ciencia usan de su imaginación y de su inspiración en muchas oportunidades. Por el contrario, muchas veces el Arte surge como resultado del agregado, o del desagregado, de partes sobre bases racionales. Entonces, Arte y Ciencia son nada más que diferentes formas de la creatividad. Cuando se hace Ciencia, entre otras actividades se crean teorías. El científico es también un creador. Por lo tanto podemos decir que Arte y Ciencia son realmente complementarias.

Si bien la Ciencia constituye lo que llamaríamos un libro cerrado para la mayoría de la sociedad, tiene una influencia decisiva no solamente en la tecnología que domina lo cotidiano, sino también en la generación de puntos de vista. En efecto, uno de los grandes “mandamientos” de la Ciencia implica desconfiar severamente de los argumentos de autoridad. De hecho las autoridades (científicas y de las otras) deben, o deberían, demostrar sus opiniones como todos los demás. Por ello la Ciencia es peligrosa para doctrinas con pretensión de certidumbre. De la misma manera, el Arte, que en cierta medida también puede ser un libro cerrado para muchos, contribuye, o debería contribuir, al proceso de comprensión y aprecio de nuestra propia existencia. Enseña a no aceptar, ni auto-imponerse, límites a la imaginación. Por lo tanto, Arte y Ciencia no son sujetos mutuamente excluyentes ni contradictorios, pero si complementarios.

Tomemos un ejemplo, no por trivial menos claro: observemos una cascada de agua. La mirada científica apuntará quizás a la velocidad de las partículas de agua, al tamaño de las gotas, a su aprovechamiento como fuente de energía hidroeléctrica. Para el Arte será fuente de inspiración para un poema, inducirá la realización de un film o de una obra pictórica. Son claramente dos opciones complementarias en el sentido estricto del término ya que sirven para completar o perfeccionar una cosa. Un aspecto excluye al otro aunque cada uno contribuye a la comprensión del fenómeno como un todo. La experiencia artística parece evanescerse cuando los fenómenos son explorados científicamente y viceversa. Es claro que no se puede experimentar simultáneamente el contenido estético de una sonata y preocuparse por los procesos neurofisiológicos del cerebro ligados a la audición. Sin embargo se puede cambiar a voluntad de una a otra experiencia. Convengamos también que aunque a alguien en particular le alcance con una u otra visión del problema, ambos aspectos son necesarios para tomar contacto total con la realidad de los fenómenos.

A pesar de resaltar la complementariedad parece también de interés señalar algunas diferencias importantes entre Ciencia y Arte. En primer lugar debemos insistir en que existe el progreso científico pero no existe el progreso en el Arte. En efecto, la evolución del conocimiento científico puede ser evaluada. Por ejemplo, la teoría de la gravitación de Einstein es un paso adelante ya que hay un aumento del conocimiento respecto de la teoría de la gravitación de Newton. Por otra parte, debemos admitir que no hay ningún parámetro que permita decir que una escultura gótica es mejor que una románica. Puede sí haber un incremento de sofisticación, otros medios de expresión, otras posibilidades técnicas. Sólo eso.

Otra diferenciación que merece destacarse se refiere al propio mecanismo de creación. La creación artística original permanece como la presentación más efectiva de sus contenidos y valores. Ciertamente es absurdo repetir un poema con nuestras propias palabras. En la Ciencia, por otro lado, lo importante de la creación es el contenido y en general sucede que éste se aclara en presentaciones posteriores. La obra de arte representa, en general, una entidad personal transmitida y reinterpretada por otros: la obra abierta. Contrariamente, una comprensión científica es una entidad impersonal que surge, en general, de la abstracción de múltiples experiencias individuales.

Así como el Arte, hoy la Ciencia, aunque no se lo perciba, es parte de la Cultura. Debería formar parte de lo aprendido. La ignorancia de las leyes que definen la estructura atómica, del papel de Darwin en la biología o de la importancia del ADN debería ser considerada tan negativa para la vida plena como el desconocimiento de Cervantes, Mozart o Picasso. Preguntar sobre el contenido de la segunda ley de la Termodinámica debería ser equivalente a preguntar si se conoce “Fuenteovejuna”...

Hay todavía una advertencia válida. A veces se encuentra que filósofos o cultores de las humanidades usan expresiones científicas con el afán de complicar el discurso o tratando de impresionar al lector. Debido a que en general la Ciencia no forma parte real de la propia cultura del autor, muchas veces lo hacen de manera incorrecta o imprecisa. Este aspecto ha sido puesto de manifiesto de manera grotesca por el reciente “affaire Sokal”<sup>4</sup> que desnudó la práctica de ciertos afamados intelectuales consistente en arrojar al lector palabras altisonantes que parecen sabias pero en un contexto donde no poseen ninguna pertinencia.

Convengamos como corolario que debemos conseguir que la sociedad perciba y tome conciencia de que está perdiendo algo fundamental: el conocimiento y la práctica de la Ciencia. No hay duda de que quien experimenta la Ciencia, la ideología científica, toma contacto con una fuente inagotable de sorpresas y de caminos nuevos que se abren. La alternativa científica debe formar parte de las opciones de vida de todo ciudadano ya que propende a su libertad. Por otra parte, los científicos deberían también participar en forma directa en la solución de los problemas sociales aportando el pensamiento científico que nos enseña, en primer lugar, que no hay fórmulas mágicas para atacar esos problemas. La Ciencia avanza cuando aceptamos nuestra ignorancia y abrimos las puertas a las dudas. Ninguna componente del conocimiento es absolutamente cierta. Esta fragilidad de la Ciencia es su valor fundamental, actúa como prevención frente al autoritarismo y define su responsabilidad. La Ciencia siembra libertad y es esencialmente democrática por cuanto su objetividad garantiza la igualdad a priori de oportunidades. Con la Ciencia entre su bagaje cultural, el hombre evita comportamientos sectarios y de exclusión racial y de género. A propósito vale recordar el reciente análisis de Sánchez Mora<sup>5</sup> sobre lo que ha hecho la Ciencia por las mujeres donde presenta argumentos irrefutables para sostener: “porque si hay alguna herramienta que ha apoyado la emancipación de las mujeres, ha sido la Ciencia”.

En fin, al haber olvidado la componente Ciencia en la Cultura, el hombre contemporáneo no consigue, ni desea, comprender la revolución científica y tecnológica en que vive.

Los países con estructura industrial-científica son cada vez más ricos y los que no la poseen cada vez más pobres. La separación se ensancha día a día, potenciada en muchos casos por la superpoblación que aqueja fundamentalmente a los últimos. Pero no alcanza con generar una atmósfera tecnológica que se transforma fácilmente en mística. El paso imprescindible que se debe dar es con referencia especial a la Ciencia. Separar la Ciencia de la Cultura es como separar la Naturaleza de la Cultura. Cerrar la brecha entre las pretendidas culturas diferenciadas es imprescindible no sólo desde un

punto de vista teórico y principista sino también desde el más práctico que se pueda imaginar. Si se mantiene separado el desarrollo de los aspectos que tradicionalmente han sido llamados artísticos y humanísticos del de aquéllos científicos, la sociedad no será nunca capaz de pensar y decidir con sabiduría, de completar el conocimiento. No podrá mejorar su vida intelectual, no sabrá cómo defenderse eficientemente de los peligros de cualquier especie que puedan presentarse, no conseguirá poner en juego métodos útiles para desterrar la pobreza de su seno. En fin, la educación que es la base indiscutible de cualquier desarrollo social realmente válido y trascendente, nunca será plena y verdadera si la cisura que hemos descrito no se cicatriza.

Notas:

<sup>1</sup> C.P. Snow, “The Two Cultures and the Scientific Revolution”, Cambridge University Press 1964.

<sup>2</sup> G. Steiner, “Nostalgia del Absoluto”, Siruela, Madrid 2001.

<sup>3</sup> J. W. Goethe, escritor alemán (1749-1832) que además de “Fausto” y “El Joven Werther” produjo trabajos científicos de envergadura como “La metamorfosis de las Plantas” (donde introdujo el concepto de morfología) y “La Teoría de los Colores”.

<sup>4</sup> A. Sokal y J. Bricmont, “Imposturas Intelectuales”, Paidós-Transiciones, Barcelona 1999.

<sup>5</sup> A.M. Sánchez Mora, “Lo que ha hecho la ciencia por las mujeres”, La Jornada, México 4/6/2001.

### **AIII.5. LIA: NANOMEMORIA**

En 1959, en la reunión anual de la Asociación Americana de Física en Caltech (*California Institute of Technology*, EEUU), el célebre físico Richard Feynman dio una charla visionaria cuyo título era ‘Hay mucho lugar en el fondo’ (*There’s Plenty of Room at the Bottom*). En esta disertación, Feynman argumentó que no hay ninguna ley de la física que prohíba encoger dispositivos hasta la escala atómica. Por ende, y suponiendo que se puede guardar un bit de información en un cubo de cinco átomos de lado ( $5^3=125$  átomos), toda la información escrita y acumulada desde la aparición de la Biblia de Gutenberg y hasta entonces, podría almacenarse en un cubo de material de 0,1mm de lado, del tamaño de la punta de un alfiler.

¿Cuánto se ha avanzado en esta dirección desde entonces? En la actualidad se ha logrado mucho en el camino hacia la miniaturización. Por ejemplo, ya se están diseñando circuitos electrónicos del tamaño, no ya del micrón, sino del nanometro (un micrón,  $1\text{mm}=10^{-6}\text{m}$ , o sea un millonésimo de metro y un nanometro es  $1\text{nm}=10^{-9}$ , un mil millonésimo de metro o lo que es lo mismo, un *millonésimo de mm*). Estos circuitos están basados en moléculas individuales, nanotubos de carbono, puntos cuánticos y superestructuras magnéticas. Las nanoestructuras están siendo consideradas para muchísimas aplicaciones como ser el almacenamiento de información, comunicaciones y biotecnología. En cuanto al almacenamiento de datos, la meta es alcanzar el límite atómico para guardar un bit de información (un bit es la unidad elemental de información, un 1 o un 0, en cambio un byte=8 bits).

Las mayores densidades de almacenamiento de información en sistemas comerciales, en la actualidad, son las de los discos rígidos magnéticos con unos 5Gbits/cm<sup>2</sup> (1Gbit=109bits, o sea mil millones de bits), siete órdenes de magnitud mayores que la densidad lograda en la época en que Feynman pronunciaba su

seminario, mientras que con los CD-ROM se han alcanzado densidades de almacenamiento de unos 45Mbits/cm<sup>2</sup>. En la actualidad, y gracias a las técnicas existentes a escala nanométrica, se está cada vez más cerca de la fabricación de memorias atómicas cuya densidad de almacenamiento rondará los 40Tbits/cm<sup>2</sup> (1Tbit=1012bits, o sea un millón de millones o un billón de bits), un millón de veces la capacidad de un CD-ROM.

En un artículo reciente publicado en la revista *Nanotechnology*, F. Himpsel y colaboradores de las Universidades de Wisconsin (EEUU) y de Basel (Suiza), lograron fabricar un prototipo de memoria en donde los bits 1 y 0 están dados por la presencia o no de átomos de silicio (Si). El sistema consiste de una superficie (sustrato) de Si en donde, al depositar una fracción de capa atómica de oro, se forman ranuras de un ancho de dos átomos, periódicamente dispuestas y separadas entre sí por una distancia de cinco átomos, como los surcos de un campo cultivado (ver la ilustración). Estos surcos son similares a los de un CD-ROM, en donde la distancia lineal se ha encogido mil veces (implicando una reducción en la superficie en un factor un millón). Átomos adicionales de Si se adsorben entre los surcos ocupando cada uno una porción de 5´4 átomos de sustrato. La presencia o no de estos átomos adicionales representan los bits 1 o 0. La distancia natural existente entre ellos evita su interacción, manteniéndolos como entidades independientes y no correlacionados. La estabilidad térmica es un parámetro importante, siendo de un salto atómico cada 2-3 años. La predicción de Feynman sobre la posibilidad de fabricación de bits separados por cinco átomos resultó sorprendentemente correcta.

En principio pueden realizarse las acciones de lectura y escritura (grabación) de datos en estos sistemas. Esta última es más difícil: mientras que a la temperatura de helio líquido (4K=-269°C) los átomos de Si pueden moverse en forma controlada usando un microscopio de efecto túnel (STM), esto no resulta tan fácil a temperatura ambiente. Como los átomos de Si tienen tendencia a “pegarse” químicamente a la punta del STM, la memoria está pre formateada con un 1 (un átomo) en cada sitio de 5´4 átomos y la escritura consiste entonces en remover los átomos que correspondan (generar ceros). La lectura o extracción de información de una memoria de este tipo puede hacerse utilizando también un microscopio STM el cual, debido a la disposición especial de las ranuras en el sustrato, deberá realizar barridos en una sola dirección. La presencia o no del bit se observa como un cambio en la corriente túnel a través de la punta del microscopio.

La señal resulta altamente predecible pues todos los átomos tienen la misma forma y están ubicados en sitios bien determinados. Esto permite el filtrado y la corrección de errores.

Una de las limitaciones más importantes de los dispositivos que trabajan a escala atómica es la velocidad de lectura. Debido a fluctuaciones en la corriente (muy pequeñas, del orden de 1 nanoampere) y térmicas, el barrido debe hacerse en forma lenta, a unos 6´10<sup>6</sup> átomos por segundo como máximo, para optimizar la relación señal/ruido. Esta velocidad es menor que la actual de lectura en los discos rígidos. Una forma de aumentar la velocidad es la lectura en paralelo (ya existen prototipos de arreglos de 32´32 puntas STM separadas entre sí por 92nm).

La tendencia hacia el límite de densidad atómica trae aparejado un sacrificio en la velocidad de lectura y escritura, en algún punto intermedio deberá encontrarse el compromiso que lleve a un uso óptimo de estos dispositivos. Adicionalmente a los intentos de lograr la miniaturización en el almacenamiento de la información, se están realizando esfuerzos para extender esta tecnología hacia el procesamiento de datos y cálculo (computadoras cuánticas). Sistemas de este tipo son proclives a errores y se

necesitarán esquemas de *software* de corrección importantes. Sin embargo, estos dispositivos pueden ser de gran utilidad para tareas que requieran de procesamiento paralelo masivo y que no dependan críticamente de una corrección completa de errores como por ejemplo en el área de reconocimiento de patrones como la reconstrucción de grabaciones de voz, manuscritos e imágenes.

### AIII. 6. NILS: ENCUESTAS INÚTILES

Nuestros medios masivos de comunicación (MMC) desbordan diariamente de los que ellos denominan “encuestas”.

Descontando definiciones humorísticas (encuesta: entrevista dificultosa por realizarse en pendiente, según [www.demogracia.com](http://www.demogracia.com)), para el Diccionario de la Real Academia Española una encuesta es un conjunto de preguntas tipificadas dirigidas a una muestra representativa, para averiguar estados de opinión o diversas cuestiones de hecho.

La mayoría de los periódicos, a través de sus sitios web, recaban la opinión de los lectores acerca de temas variados (políticos, económicos, sociales, jurídicos, deportivos, etc.), y la televisión y las radios ocupan gran parte de su programación emitiendo al aire los comentarios de espectadores u oyentes, en respuesta a la constante invitación a expresarlos.

Preguntémonos acerca de la pertinencia de estas encuestas, sus objetivos y, sobre todo, el valor de las conclusiones a las que conducen.

Repasemos rápidamente algunas de las encuestas publicadas un día cualquiera de septiembre de 2005, en diferentes medios:

- *¿Cómo cree que terminará la serie Eslovaquia – Argentina? (Diario Deportivo Olé, refiriéndose a la semifinal por la Copa Davis de tenis)*
- *¿Cómo es la familia argentina 2005? (Clarín)*
- *¿Estamos mejor que el resto de América Latina? (Clarín)*
- *¿Cree que son seguros los transportes de empresas de viajes de egresados? (La Nación)*
- *La recomendación de que los homosexuales no donen sangre le parece: 1) Acertada 2) Discutible 3) Desacertada (no es la única población con riesgo de HIV) (La Nación)*
- *¿Por qué cree que Argentina no ha logrado disminuir la tasa de mortalidad infantil? (Diario Los Andes, de Mendoza)*
- *¿Cree que los planes sociales son utilizados con fines políticos? (Diario Los Andes, de Mendoza)*

Un análisis detallado de estos ejemplos, que componen solamente una muestra de lo que todos los días aparece en los MMC, nos indica a las claras que estas “encuestas”, en general, carecen de objetivos (o cuyo único objetivo es “ver qué opina la gente”), y que las conclusiones que se pueden obtener de ellas son inservibles.

Veamos caso por caso:

- *¿Qué derivaciones tiene enterarse de cuántas personas opinan que Argentina vencerá a Eslovaquia en Copa Davis, si lo único importante (deportivamente hablando) será el partido real, su desarrollo y su resultado final?*

- Las características de la “familia argentina 2005”, además de ser una entelequia, ya que no existe una familia representativa, debería quizás ser objeto de un estudio sociológico.
- Si estamos o no mejor que el resto de América Latina es una cuestión que solamente se puede dilucidar estudiando comparativamente los indicadores socio-económicos respectivos. Lamentablemente, no lo podemos decidir por mayoría.
- Los transportes de las empresas que realizan viajes de egresados deben ser controlados por el Ente correspondiente. Las fiscalizaciones y las revisiones técnicas obligatorias son las que deben decidir si son o no seguros, y si no lo son, no habilitarlos.
- ¿Quiénes si no los médicos y biólogos son los que pueden fundamentar y recomendar que los homosexuales no deben donar sangre?
- ¿No sería conveniente leer bibliografía actualizada o entrevistar a reconocidos sociólogos para rastrear las razones de la tasa de mortalidad infantil, en lugar de consultar al gran público?
- La opinión de la mayoría no será lo que determine si los planes sociales son utilizados con fines políticos. Más que una encuesta, lo que se debería promover es la denuncia de casos concretos.

Revisando estos ejemplos, y muchos de los que a diario es posible encontrar en los MMC, caben dos cuestiones:

- ¿Por qué se le pregunta esto a la gente?
- ¿Sirven para algo los resultados de estas encuestas?

No tengo una respuesta concluyente para el primer interrogante, pero mi hipótesis (en principio, no demostrable) es que se recurre a “la gente” para que se exprese sobre temas acerca de los cuales no tiene poder de decisión, creando la ilusión de una participación que no es tal. Así se rellenan páginas o tiempo de emisión con sondeos de opinión cuyos resultados no interesan, ya que en la mayoría de los casos se trata de interrogantes que no pueden ser resueltos democráticamente. Tampoco se puede descartar de plano la posibilidad de que los medios simplemente intenten medir cuánta gente lee esas encuestas y cuánta las contesta, pero nuevamente sería un propósito oculto, por lo que la encuesta en sí representaría solamente una excusa.

Me interesa más centrarme en la segunda de las cuestiones planteadas, que se refiere al objetivo o la utilidad de recurrir en forma indiscriminada a lo que diga el público acerca de cualquier tema, en lugar de hacer análisis propios, o de recabar la palabra de expertos, que tienen la formación adecuada y cuentan con elementos de juicio valederos.

Es justo reconocer la validez de ciertas encuestas relacionadas, por ejemplo, con decisiones que deben ser tomadas por altos niveles políticos. En esos casos, a priori no hay razón para desechar la consulta popular, y hasta sería deseable, siempre que la metodología empleada valide sus resultados.

También puede ser de interés sectorial lo que piensa el “gran público” acerca de la imagen del gobierno o sus gustos sobre ciertos programas de televisión.

Es posible pensar incluso que los mismos MMC podrían mejorar si recibieran a través de sondeos bien hechos una “calificación” de sus propios usuarios.

Pero, ¿qué valor puede tener lo que la mayoría de la gente cree que puede pasar con un partido de fútbol del próximo domingo?



En suma, pongo en duda la utilidad y el interés para el lector de encuestas que tienen como único objetivo “ver qué contesta la gente”, incluso admitiendo que a la gente le guste participar para expresar lo que siente o piensa.

Por último, me parece cuestionable no aplicar una metodología científica, con herramientas estadísticas, diseño de muestras representativas y despliegue de resultados, aun en los casos en que solamente se pretenda mostrar “qué piensa la gente”.

Así como a ninguna persona cuerda se le ocurriría que la validez de las leyes de Newton pueda ser decidida por mayoría, muchos de los interrogantes que los MMC plantean a diario parecen destinados a crear la falsa sensación de participación ciudadana, mientras la realidad, esquiva, discurre por otras sendas.

### **AIII.7. MATS: EXPLICACIONES CIENTÍFICAS DEL FENÓMENO QUE MARAVILLÓ A LOS TUCUMANOS**

“La fantasmal aparición de luz flotaba inmóvil ante mí. Fue una visión extraña y temible, única e indescritiblemente emocionante en aquel momento”. Así describía el famoso viajero y explorador británico Edward Whymper (1840-1911) un extraño fenómeno visto por él en la tarde del 14 de Julio de 1865. En aquella oportunidad, Whymper y sus compañeros habían alcanzado la cima del Matterhorn por primera vez. Pero durante el regreso cuatro hombres de la expedición resbalaron y cayeron a un precipicio. Poco después, Whymper vio un círculo alrededor del sol, pero que además mostraba tres cruces luminosas, lo que le produjo una fuerte impresión.

Por la descripción que brinda LA GACETA, bien puede ser que el sábado 26 de Noviembre los tucumanos hayan sido testigos de un fenómeno similar al observado por Whymper casi un siglo y medio antes. La explicación podría ser la siguiente: así como el arco iris se debe a la presencia de gotas de agua en el cielo, este “halo” sería producido por pequeños cristales de hielo de forma hexagonal que se forman por la baja temperatura que se da a gran altura. Y un cristal de hielo hexagonal es casi un prisma que desvía la luz por un fenómeno llamado “refracción”.

Y aquí viene lo importante: dependiendo de la orientación de estos cristales, la luz se desvía más o menos, pero sobre todo a un ángulo de aproximadamente 22 grados, y nunca en un ángulo menor. Entonces, una nube tenue de cristales de hielo orientados al azar puede desviar la luz del sol, formando un círculo luminoso de 22 grados de radio, con una zona más oscura en su interior.

Y como el rojo se desvía menos que los otros colores, el borde interno del círculo es de un tono rojizo. Estos mismos mecanismos de refracción de la luz en cristales de hielo hacen que, en condiciones excepcionales, puedan llegarse a ver espectáculos aún más asombrosos. De hecho puede aparecer toda una multitud de líneas y puntos luminosos.

#### **Registros científicos**

Tal vez la observación mejor documentada de este efecto sea una realizada por Tobias Lowitz el 18 de Junio de 1790 en San Petersburgo. Pero no es la primera observación de la que se tienen registros. En 1662, el astrónomo Johannes Hevelius (1611-1687) publicó un dibujo de un fenómeno similar observado en Danzig el 20 de Febrero de 1661. Otra observación histórica es la que el explorador inglés William Edward Parry (1790 - 1855) describió en su libro “Diario del viaje para el descubrimiento de un paso noroeste”, publicado en Londres en 1821. Varias de estas

líneas están identificadas con el nombre de su descubridor, tal como ocurre con el arco de Lowitz, o el de Parry.

Esta variedad de fenómenos se debe a que un cristal de hielo, con su forma hexagonal, es más complejo que una gota esférica, y por lo tanto la luz puede seguir muchísimas trayectorias distintas en su interior.

Cada trayectoria da origen a un espectáculo distinto, dependiendo de las condiciones atmosféricas. Los habitantes de Tucumán tuvieron el privilegio de ver uno de estos fenómenos, extraño sobre todo por su nitidez, pero no absolutamente inusual.

Podríamos decir que hay una gran diferencia entre la “frecuencia con que es observado un fenómeno y la frecuencia con que ese fenómeno ocurre”. Para poder verlo nuevamente, tendremos que buscarlo sobre todo cuando el cielo esté cubierto con una neblina muy alta, presentando ocasionalmente estrías o filamentos.

Recordemos, que el halo es “grande”. Si estiramos el brazo y tapamos el sol con la punta del pulgar, al separar los dedos tanto como sea posible, el meñique nos dará la posición del halo, con un ángulo de aproximadamente 20 grados. Veremos que el halo tiene siempre el mismo diámetro angular, y es mucho más grande que la aureola que se suele formar alrededor del sol o la luna, y que se debe a gotas de agua y no a cristales de hielo.

Y una última recomendación: al observar un halo, recordemos que nunca debemos mirar al sol directamente. Es preferible ocultarlo con la mano, o con el borde de un edificio o un poste. Nuestra vista lo agradecerá.

### **AIII.8. IAN: CRISIS ENERGÉTICA DE 2004 Y 2005. MEDIOS DE COMUNICACIÓN Y FÍSICA DE LA ENERGÍA**

Toda crisis energética involucra a los usuarios. Por un lado, porque son los consumidores, y por otro, porque son los actores responsables de la distribución de los menores recursos. Cuando se debe ahorrar energía se lanzan campañas educativas y se utiliza a los medios masivos de comunicación para difundir el problema y las recomendaciones para paliarlo. Pero los medios ¿transmiten la información correctamente?

En situaciones de crisis energética se crean, o recrean, programas de uso racional de la energía y se provee al usuario con información y sugerencias que tienden a reducir el consumo, en lo posible sin desmedro del confort y la calidad de vida. Los programas de ahorro se llevan a cabo con material educativo y publicidad a la vez. También tiene lugar una acción no programada a través de los medios de comunicación masiva, para los que por añadidura el tema es noticia.

Sin embargo, he observado a lo largo de los pasados dos años, graves errores en los conceptos transmitidos por los medios escritos de gran circulación que oscurecen el tema pero que, a la vez, brindan a educadores e investigadores la oportunidad de actuar con la sociedad en general en forma beneficiosa.

#### **Un problema con mucha física**

Tanto en los programas de promoción del uso racional de la energía (URE) como en los canales de noticias se dan explicaciones e información que contienen conceptos básicos de física. En general, los mensajes combinan instrucciones precisas sobre qué hacer, con intentos de llevar al consumidor un conocimiento que le permita decidir mejor cómo implementar las estrategias de ahorro.

El problema es complejo, ya que involucra al mismo tiempo hábitos personales de consumo, junto a una enorme diversidad de métodos posibles de ahorro. Por ello, la implementación de programas que tengan al usuario como protagonista educado deberían alcanzar objetivos que redunden en tasas de ahorro más elevadas y, algo aún más importante, un comportamiento sostenible en el tiempo.

Ya en 1989, durante otra crisis energética, un artículo en CIENCIA HOY nos brindaba detalles de generación, consumo, y lo básico en los conceptos físicos relacionados

(Ver CIENCIA HOY 2:47-55, 1989). Quince años después, en 2004 y 2005, encontrar en un medio escrito de gran circulación el uso reiterado de kW/h (léase 'kilowatt por hora') como unidad de energía podría parecer, en principio, un error de impresión. Sin embargo, si lo sigue una frase del tipo 'lo que se abona es la energía eléctrica, es decir, potencia eléctrica en kilowatts', se trata de un problema más grave. Si tomamos algunos de estos errores como ejemplos, veremos que un tratamiento correcto de los conceptos y sus unidades de medida haría que la información sea más accesible a un público general.

### **Ejemplos de afirmaciones incorrectas**

En dos de los principales diarios del país hemos detectado conceptos y definiciones equivocadas, unidades de medida que no existen o que son usadas fuera de contexto, y comparaciones de eficiencias térmicas que contradicen principios fundamentales. Por ejemplo, en 2004, en un mismo artículo ocurrió que: i) se usó la unidad kW/h para energía y consumo. El *Watt* (W) es una unidad de potencia, y mide la cantidad de energía que se puede entregar (o consumir) por unidad de tiempo. Se trata de una magnitud intensiva; luego, 'kilowatt por hora' no tiene sentido. Sí lo tiene 'kilowatt hora' que es la cantidad de energía entregada (consumida) en una hora por una potencia de un kilowatt; ii) se definió al BTU como una unidad de volumen del gas. BTU (*British Thermal Unit*) es una unidad de energía en el sistema inglés. Corresponde a la cantidad de calor necesaria para elevar en un grado Fahrenheit la masa de una libra de agua. Como una libra es igual a 454 gramos y un grado Centígrado de diferencia de temperatura igual a 1,8 grados Fahrenheit, entonces la energía en un BTU equivale en números redondos a 252 calorías –una caloría es la energía necesaria para elevar en 1°C la temperatura de un gramo de agua. El precio mayorista del gas se establece por cada millón de BTU. El metro cúbico, en condiciones normales de presión y temperatura, es una unidad de medida del gas. Un metro cúbico de gas contiene una energía cercana a 37.000 BTU; iii) se calcularon mal algunos porcentajes, como por ejemplo que un precio de un peso es un 40% más caro que uno de 60 centavos. Un peso es casi 67% más caro que 60 centavos.

En marzo de 2005, en el mismo diario, se utilizó indistintamente el MW/h y la unidad MW para indicar consumo de energía (la M indica 'mega', o sea, millón; en este caso, millón de Watts). No solo se inventó una unidad inexistente (MW/h), sino que además se usó equivocadamente una habitual, MW, que mide potencia y no energía consumida.

Es común leer la frase: 'lo que se abona es la energía eléctrica, es decir, potencia eléctrica en kilowatts' (textual de una nota en un lugar destacado de otro diario). La primera afirmación es correcta. Luego de la coma, la segunda la contradice, ya que la potencia es una magnitud instantánea.

En las facturas de electricidad la provisión del servicio se consigna en forma correcta, como energía consumida (no potencia) en kilowatt hora (kWh). No se trata de un problema gramatical. En física, una unidad de medida está íntimamente relacionada

con la dimensión de una magnitud y con ecuaciones que a su vez la relacionan consistentemente con otras. En algunos casos, luego de inferir las magnitudes de las cuales depende un fenómeno, el análisis dimensional puede ser útil para deducir las ecuaciones que las relacionan.

Es decir, por un lado, los números no tienen sentido si no van acompañados de la dimensión correcta. Por otro lado, el uso correcto de las unidades de medida lleva a la inferencia de la dependencia de las magnitudes físicas.

### **Vocabulario científico en argumentaciones equivocadas**

Un poco antes en el tiempo, en 2004, detectamos errores aún más graves. A los mencionados en el párrafo anterior se le agregaron conceptos más sofisticados, como eficiencia y rendimiento térmico.

Por ejemplo, de varias notas sobre ahorro de energía parece deducirse que los Principios de la Termodinámica no funcionan muy bien para los hornos de cocina y las estufas eléctricas, pero que, sin embargo, sí serían válidos para los calefactores de tiro balanceado.

Extraído textualmente de un diario: ‘los artefactos eléctricos gastan mucha electricidad’, o ‘son menos eficientes que los de gas y no calientan el ambiente’. Esto es incorrecto y el error surge de comparar potencias y no eficiencias térmicas, y de arribar a conclusiones apresuradas al comparar artefactos con potencias que difieren en un factor 4.

El hecho más importante, y que raramente se explica, es que en ambos casos el calor se irá del ambiente si este no tiene aislación adecuada. La realidad es que la eficiencia final de uso de los artefactos eléctricos es entre 40% y 60% mayor que la de aquellos a combustión con salida de gases al exterior.

Este es un hecho bien estudiado y documentado y aparece incluso en los catálogos de los fabricantes (existe un sitio en Internet de un fabricante de termotanques [[www.rheem.com.ar](http://www.rheem.com.ar)] donde se pueden comparar las eficiencias de los equipos eléctricos con los de gas. Los eléctricos tienen eficiencias 45% mayores). La excepción son los artefactos a combustión sin salida de gases al exterior, pero estos están fuertemente desaconsejados por razones de seguridad. En otro caso, el consumidor recibe afirmaciones tales como, ‘a igual uso, el kerosén resulta más caro que el gas envasado’. Esto tampoco es cierto. Es fácil calcular el precio por unidad de energía. Si consideramos aún el precio de la ‘garrafa social’ a \$18 resulta que: para kerosén, gasoil y gas envasado se tiene un precio similar, algo menor a 4 centavos por Mega-Joule –un Joule es una unidad de energía ligeramente inferior a un cuarto de caloría. El rendimiento de los quemadores de kerosén gasificado es muy similar a los de gas. Por otro lado, en ese tipo de estufas de pantalla o cocinas de gasificación sin chimeneas ni recirculación de gases, todo el calor generado se localiza en el interior de la vivienda. Sin decir nada sobre diferencias en el rendimiento, no hay diferencia de precio por unidad de energía y el costo es similar se use kerosén, gasoil o gas envasado –salvo para quienes no acceden a la ‘garrafa social’ para quienes es más caro el gas envasado.

Hay, sin embargo, a favor del uso de gas argumentos sanitarios y ambientales, que los diarios no tratan. Estudios de la *Technische Universität Berlin* de Alemania muestran que el gas introduce menos contaminantes en el ambiente y en el aire interior de la vivienda. Un posible fin oculto de aquellas afirmaciones pudo haber sido advertir al usuario sobre beneficios para la salud y el ambiente, aunque se infiere del texto que los autores no conocen la información que sustenta esas recomendaciones.

En la tabla I se resumen algunos datos sobre distintos recursos energéticos accesibles al usuario residencial. Se muestra la cantidad de energía que puede obtenerse

de cada unidad habitual de compra, ya sea m<sup>3</sup>, kg, litro o kWh. Los precios por unidad están dados según valores de la ciudad de Buenos Aires y alrededores, con todos los impuestos a consumidor final domiciliario. Pueden considerarse estimativos. En los casos de gas natural y electricidad se pesó la incidencia del gasto fijo de acuerdo con los promedios de consumo en viviendas unifamiliares del Gran La Plata. Estos fueron investigados mediante encuestas y auditorías realizadas por el Instituto de Estudios del Hábitat de la Universidad Nacional de La Plata. Para la década del 90 los promedios encontrados son 157 m<sup>3</sup>/mes para gas natural y 202 kWh/mes para electricidad. En los sitios en Internet de los entes oficiales también pueden encontrarse los datos para calcular los promedios de consumo por usuario.

Sin embargo, en este caso se promedian viviendas de las cuales no se conoce el nivel de habitabilidad y confort, incluyéndose posibles casos con infraconsumo, ya sea desocupadas o con deficiencia en artefactos. Para el Gran Buenos Aires y Provincia de Buenos Aires el promedio de consumo calculado con datos del Ente Nacional Regulador del Gas ([www.enargas.gov.ar](http://www.enargas.gov.ar)) da valores cercanos a 83 m<sup>3</sup>/mes de gas natural. La última columna indica el precio por GigaJoule (1 GJ = 0,9478 millón de BTU). La columna anterior representa la cantidad de energía que compra el usuario residencial con una unidad monetaria. En ambas columnas puede verse que el precio del gas envasado, kerosén, gasoil y electricidad es similar por unidad de energía adquirida. El más económico es, por mucho, el gas natural. Para carbón y leña los precios son muy variables en el mercado. Se asume que el posible usuario en Buenos Aires y alrededores compra estos combustibles en cantidades minoristas. Los precios para carbón y leña son inferiores a los del gas envasado, kerosén o electricidad.

Sin embargo, su utilización involucra eficiencias térmicas en general menores, así como también problemas indirectos derivados de la presencia de humo y mayor requerimiento de ventilación. Entonces, el costo final de uso de estos combustibles puede estimarse como similar al del gas envasado, kerosén o gasoil. En varios medios se insiste en que el uso de electricidad como recurso térmico tiene mayor costo para el usuario que el de gas envasado. Esto no es así. En la Argentina, desde el año 2001, el uso de electricidad como recurso térmico es, según la localidad, de igual o menor costo que el del gas envasado. Por ejemplo, con los datos de la tabla I, y si consideramos la mayor eficiencia de uso final, el costo para calentar agua y cocinar con electricidad puede ser de hasta la mitad del costo del gas envasado. La comparación entre un tiro balanceado a gas en garrafas y una estufa eléctrica con radiador de aceite también tiene un costo menor si usamos electricidad.

Sin embargo, en varios medios de comunicación puede encontrarse, con argumentos equivocados, la afirmación contraria. La Comparación con gas natural de red es distinta, ya que este tiene un precio de 6 a 10 veces menor que el del gas envasado. El rango de variación de precios está dado por condiciones particulares de comercialización y subsidios de cada localidad. Existen alrededor de catorce millones de argentinos fuera del suministro de la red de gas, abasteciéndose principalmente con gas envasado, kerosén o leña.

Si el objetivo de esos mensajes fuese convencer al público de no usar combustibles líquidos o electricidad, la elección de una estrategia de dogmas sobre la base de vocabulario científico no sería correcta. Si ese fuese el objetivo final, aunque resulte más dificultoso, se debe intentar la vía educativa y no la promoción de la ignorancia. Puede argumentarse que un medio periodístico no es el lugar para educarse, sino para formar opinión pública y esto parece ser correcto. Sin embargo, el hecho de

usar conceptos técnicos y científicos distorsionados sería una acción, aunque no intencional, de tipo antieducativa para la cual tampoco se supone adecuado un medio masivo.

### **Nota propuesta**

Dada la cantidad de errores en la formulación de conceptos físicos, sumada a la confusión introducida con respecto al gas envasado, preparé un texto en la forma de preguntas frecuentes (ver recuadro ‘Un ejemplo de nota’). En el año 2004, envié parte de este texto como nota propuesta para su publicación en los diarios. En el envío expliqué que había errores en sus notas y que el texto que se proponía incluía las aclaraciones. Dejé en claro que eran datos ya publicados científicamente, ya sea en revistas con arbitraje, o en libros y manuales que pueden encontrarse en bibliotecas. Incluí la posibilidad de modificar la nota, y ofrecí a los diarios ayuda para la elaboración de la parte técnica de sus notas futuras. Mencioné también en los mensajes que existen varios departamentos de ciencias e ingeniería en la ciudad de Buenos Aires y alrededores. Finalmente, envié versiones resumidas a las respectivas secciones de cartas de lectores. En ningún caso logré que se publicaran las cartas de lectores o alguna nota con las aclaraciones a los errores.

### **Un problema que debe superarse**

Es frecuente observar que también se publican otras notas que involucran a la física, traducidas literalmente de diarios extranjeros. Leyéndolas es corriente preguntarse: ‘pero cómo, si en la Argentina están Fulano y Zutano que son referentes en el tema, hasta consultados desde el exterior, ¿por qué no los consultan aquí?’. De esta observación también se infiere que la interacción que existe entre la comunidad de físicos y los medios locales es aún débil. Desde otro punto de vista, hace unos años en Frankfurt, los colegas me explicaban cuán estrictos eran los requisitos para ser periodista en Alemania. El que se dedicaba a economía, primero tenía que tener un título de grado en economía, algo así como licenciado, y luego especializarse en periodismo. Lo mismo en historia, ciencias naturales, sociología y hasta en política. En Dinamarca me llamó también la atención que un estudiante que colaboró conmigo en un experimento, y lo incluyó en su tesis de maestría, se fuese a dedicar luego al periodismo. Debo confesar que en aquel momento me pareció exagerado; ‘bien alemán’ pensé en Frankfurt; ‘¿un master en física para periodismo?’, me saltó a la mente en Dinamarca. Hoy me doy cuenta de que si estas casi exageraciones fueran así en nuestro país, el tema del presente artículo no existiría. En energía y sociedad, es probable que en el futuro veamos en los diarios la misma cantidad de errores que en 2004 y 2005. Tal vez, desde la comunidad científica, una acción educativa generalizada conduzca a que los medios estén científicamente mejor informados, y que consulten en los lugares adecuados.

## **AIII.9. LENA: ¿POR QUÉ EL MAR SE VE AZUL O VERDE SI EN VERDAD EL AGUA ES INCOLORA?**

Mirando un vaso lleno de agua pura es fácil convencerse de que se trata de un líquido transparente e incoloro. Entonces, ¿por qué cuando miramos el mar lo vemos de diferentes colores: azul marino, azul ultravioleta, verde agua?

Cuando al amanecer pierde el color negro con que se viste de noche y comienza a mostrar sus azules, todos sospechamos que los colores del mar provienen del cielo.

Pero hasta allí alcanza nuestra intuición. Sin embargo, los que estudiaron con profundidad este fenómeno vieron que no era algo tan simple.

A fines de 1924, en el Instituto de Física de la UNLP se terminó de dilucidar el misterio cuando Richard Gans, físico alemán que dirigía el instituto, completó un trabajo con el que se lograba la comprensión del asunto. El se basó en trabajos realizados por colegas de Europa y Asia, que consideraban que la luz solar estaba compuesta por ondas, que al llegar al mar incidían sobre las moléculas de agua.

Gans lo planteó para condiciones muy generales y el caso quedó finalmente cerrado. Se trata de ondas electromagnéticas emitidas por el Sol en un amplio espectro que incluye las radiaciones ultravioletas, infrarrojas, la luz visible, las microondas y las ondas de radio, entre otras.

Estas emisiones se diferencian entre sí por tener distintas longitudes de onda, es decir, distintas distancias entre las máximas amplitudes de la onda.

Para estudiar los colores sólo hay que considerar aquellas longitudes de onda que se pueden ver: es decir, el llamado “espectro visible” formado por las longitudes de onda comprendidas entre las que corresponden al color rojo.

Gans ya lo sabía, porque el inglés lord Rayleigh había mostrado a fines del siglo XIX que una de las causas del azul del mar es la reflexión del cielo en el agua. El irlandés John Tyndall, poco antes, atribuía el azul marino a la “absorción selectiva”, diciendo que el agua absorbe más la luz roja o la verde que la luz azul.

Por otra parte, Gans también se basó en estudios realizados por los hindúes Raman y Ramanathan, que en 1922 y 1923 habían propuesto que en alta mar el azul se debe, además, a la dispersión de la luz solar dentro del agua. Una vez bajo la superficie, las ondas de luz interactúan con las moléculas de agua, produciendo distintos efectos, ya que cada molécula vuelve a emitir la onda que incide sobre ella, modificándola. Aquella luz que se dirige hacia el fondo y no emerge hacia la superficie produce, a su vez, un efecto de “absorción”, aun para el color azul.

¿Cuál fue el aporte original de Gans? Sus antecesores, por simplicidad, habían considerado que los rayos de luz entraban perpendicularmente al agua, como ocurre al mediodía en el trópico, y retornaban a los ojos de un observador que mira exactamente desde arriba, como desde un globo aerostático.

Más tarde y mediante un detallado tratamiento matemático, Gans estudió el caso más general en que la luz llega a un observador que mira al mar desde una posición cualquiera, para una altura arbitraria del Sol sobre el horizonte.

Así se dio cuenta de que la luz que llega a la superficie difundida desde abajo es en parte reflejada hacia el fondo nuevamente y vuelta a difundir por las partículas de agua. Descubrió también que tanto estas múltiples reflexiones como aquella que llamó “absorción verdadera” (que se traduce en suba de temperatura) son determinantes fundamentales del color.

Finalmente, pudo “describir matemáticamente” -y por eso predecir-, los distintos tonos de azul del mar visto de arriba, desde la costa, desde abajo. Es más, demostró que si no existiera absorción verdadera, ¡el mar se vería blanco como la luz que lo ilumina!

Si, por el contrario, todas las longitudes de onda fueran absorbidas, sin experimentar reflexión ni difusión, el mar sería negro, pues la luz no llegaría a nuestros ojos después de incidir en el agua. Ese sería un mar más caliente, pero sin duda, mucho menos atractivo que nuestro siempre cambiante, siempre bello mar azul.